Vol. XII Fasc. 2

ARCHIVIO DI OCEANOGRAFIA E LIMNOLOGIA

CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE
Centro Nazionale di Studi Talassografici
Venezia
1961

SOMMARIO

Vol. XII Fasc. 2
ARCHIVIO DI OCEANOGRAFIA E LIMNOLOGIA

GIUSEPPE COLOMBO
Istituto di Zoologia e di Anatomia Comparata e Stazione Idrobiologica in Chioggia dell'Università di Padova
diretti dal Prof. U. D'Ancona

RICERCHE ISTOCHIMICHE SULLA FUNZIONE OSMOREGOLATRICE DELLE BRANCHIE NELLE ANGUILLE EUROPEE (*ANGUILLA ANGUILLA* L.)

INTRODUZIONE

Molte delle conoscenze sull'osmoregolazione dei pesci si basano su ricerche eseguite sull'anguilla (cfr. KROGH, 1939; BLACK, 1957).

L'anguilla si comporta come un pesce marino: ingoia l'acqua e la assorbe dall' intestino. Assieme all'acqua assorbe completamente gli ioni monovalenti (Na, K, Cl), mentre gli ioni bivalenti (Mg, Ca, SO) sono assorbiti solo in piccola quantità. L'acqua è eliminata per il 75% per via extra-renale; nell'urina la concentrazione di Cl è eguale a quella del Mg, perciò oltre all'acqua per via extra-renale deve essere eliminata anche una notevole quantità di cloruri (SMITH, 1932).

L'anguilla è eurialina; in acqua dolce la costante crioscopica del sangue è solo leggermente inferiore che in acqua di mare (PORTER e DUVAL, 1922 per *A. anguilla*, SMITH, 1931 per *A. rostrata*).

KEY (1931) con esperimenti di perfusione di un preparato cuore-branchie di anguilla *(A. anguilla)* ha dimostrato che i cloruri vengono eliminati attraverso le branchie. Quando la concentrazione interna è circa uguale al valore caratteristico del siero delle anguille in acqua dolce non si ha eliminazione; con concentrazioni più alte, come nelle anguille in acqua di mare, l'eliminazione di cloruri raggiunge valori elevati.

Non si avrebbe invece assorbimento di cloruri attraverso le branchie; in acqua dolce la perdita di cloruri sarebbe impedita dal riassorbimento di sali da parte dei tubuli renali (KROGH, 1939). Inoltre in acqua dolce l'eliminazione di acqua per via renale è 10-20 volte maggiore che in acqua salata (DEFRISE, 1934).

Nelle ricerche sopra riferite gli AA. non specificano lo stadio di sviluppo delle anguille studiate.

È noto che le anguille si trasformano da gialle in argentine quando si approssimano a cambiare ambiente, passando dalle acque dolci al mare.

La spinta alla migrazione al mare sarebbe, secondo Fontaine e coll. (1940-41-43-50), dovuta al fatto che le argentine in acque dolci andrebbero incontro a demineralizzazione. Questa demineralizzazione sarebbe dimostrata dalle osservazioni di Callamand (1943) e Fontaine e Callamand (1940-1943), secondo i quali la percentuale in acqua, in rapporto al peso fresco, nelle anguille diminuisce col procedere della maturità sessuale e la cloremia si abbassa nelle argentine soggiornanti in acqua dolce. Tuttavia ricerche analoghe di Koch (1949) su anguille gialle ed argentine non hanno confermato questi dati.

Un'altra prova indiretta della demineralizzazione delle anguille argentine sarebbe rappresentata dal fatto che il loro intestino andrebbe incontro ad atrofia completa per cui esse non potrebbero più ingoiare acqua. L'atrofia dell' intestino delle anguille argentine, riportata più volte (Bertin, 1951,) si basa solo su due descrizioni, di Schnackenbek (1934) e di Berndt (1938), e contrasta con le osservazioni di Grassi (1913), Ciaccio (1939), D'Ancona (numerose osservazioni non pubblicate e 1951).

La demineralizzazione delle anguille argentine in acqua dolce è per lo meno non dimostrata; è tuttavia verosimile che nelle anguille gialle le funzioni osmoregolatrici siano diverse che nelle argentine.

Come è stato riferito sopra, proprio nell'anguilla Keys (1931) ha dimostrato che i cloruri vengono eliminati attraverso le branchie. Secondo Keys e Willmer (1932) tale eliminazione avverrebbe per attività di grosse cellule acidofile che si trovano alla base delle lamelle branchiali.

Queste cellule sono state descritte fin dal secolo scorso da molti Autori nell'anguilla ed in altri pesci (cfr. Bevelander, 1935). Secondo Bevelander (1935-1936) queste cellule per le loro caratteristiche strutturali devono però essere considerate cellule mucose e non secernenti cloruri; questi sarebbero invece eliminati attraverso l'epitelio respiratorio branchiale.

In un teleosteo eurialino, il *Fundulus heteroclitus*, che ha una disposizione delle cellule acidofile abbastanza simile a quella dell'anguilla (Bevelander, (1935)), Copeland (1948) e Pettengill e Copeland (1948) hanno trovato che queste cellule presentano caratteristiche citologiche ed istochimiche particolari: positive le reazioni per i cloruri e per la fosfatasi alcalina, variazioni citologiche regolari in rapporto all'adattamento all'acqua di mare od all'acqua dolce, mostrando così una loro attività nei processi di osmoregolazione.

In *F. heteroclitus* le cellule « a cloruri » presentano inoltre delle caratteristiche indicanti polarità funzionale, con un'attività escretrice in acqua di mare e forse di assorbimento in acqua dolce (Copeland, 1950).

Recentemente Parry, Holliday e Blaxter (1959) hanno criticato le opinioni di Key e Willmer e di Copeland, che l'eliminazione di cloruri avvenga

attraverso le cellule acidofile delle branchie, perché, secondo i suddetti AA., cellule con le stesse caratteristiche citologiche si trovano diffuse nella cavità oro-faringea e specialmente nelle pseudobranchie che sicuramente non svolgono una funzione osmoregolatrice. Le cellule acidofile non sarebbero altro che cellule mucose modificate, secondo le osservazioni di VICKERS (1958, citato da PARRY, HOLLIDAY e BLAXTER). In sostanza PARRY, HOLLIDAY e BLAXTER riprendono le critiche di BEVELANDER (1935).

Dal rapido esame sopra riferito della letteratura riguardante le funzioni di osmoregolazione nell'anguilla due questioni risultano controverse:

a) se le cellule ghiandolari (cellule acidofile di KEYS e WILLMER) della base delle lamelle branchiali abbiano la funzione di eliminare ed eventualmente di assorbire i cloruri o siano cellule mucose simili a quelle che si trovano nella cavità oro-faringea;

b) quali siano le differenze nei meccanismi di osmoregolazione tra anguille gialle e anguille argentine.

Ad entrambe le questioni si può in parte rispondere con un'unica indagine istologica ed istochimica, cioè ripetendo nelle anguille di diverso stadio di sviluppo ed adattate ad ambienti differenti le ricerche di COPELAND.

Sulle cellule acidofile delle anguille, dopo le ricerche di KEYS e WILLMER, sono state pubblicate, a quanto mi consta, soltanto le osservazioni di GETMAN (1950) in *Anguilla rostrata*, dalle quali risulta che negli esemplari adattati all'acqua di mare le caratteristiche citologiche delle cellule acidofile sono simili a quelle osservate in *F. heteroclitus*, mentre negli esemplari adattati all'acqua dolce non si avrebbe un quadro indicante assorbimento di cloruri.

In una ricerca preliminare svolta in questo Istituto (COLOMBO e CECCHINI, 1959) con l'anguilla europea (*A. anguilla* L.) sono state studiate con metodi istochimici le branchie di anguille gialle ed anguille argentine pescate in valli a salinità differente. È stato trovato che nelle anguille argentine provenienti dall'acqua salata le cellule acidofile alla base delle lamelle branchiali presentano reazione positiva per i cloruri mentre nelle argentine d'acqua dolce e nelle gialle sia d'acqua dolce che d'acqua di mare la reazione è praticamente negativa. La reazione per la fosfatasi alcalina è risultata sempre negativa. La diffusione delle cellule mucose tra le lamelle branchiali è sembrata più ampia negli esemplari provenienti dall'acqua dolce che in quelli provenienti dall'acqua di mare.

Poichè nelle valli la salinità non è costante e gli animali hanno la possibilità di muoversi, non si può essere completamente sicuri del grado di adattamento ai diversi ambienti degli esemplari pescati.

Sono state perciò ripetute ricerche sulle cellule acidofile di anguille gialle ed argentine, quest'ultime pescate durante la calata al mare, tenute le une e le altre per alcuni mesi in acquario in acqua dolce ed in acqua di mare. I risultati di queste ricerche sono riferiti in questa nota.

MATERIALE E METODO

Anguille gialle sono state acquistate al mercato di Padova; un gruppo di 4 anguille è stato tenuto per più di due mesi in una vasca dell'acquario dell' Istituto in acqua dolce corrente, un altro gruppo di 4 anguille è stato tenuto per quasi tre mesi in una vasca della Stazione Idrobiologica di Chioggia in acqua di mare corrente.

Anguille argentine sono state pescate da una valle nel mese di novembre durante la calata, altre nello stesso periodo sono state pescate alla foce del Brenta. Un gruppo è stato tenuto nelle vasche dell'acquario dell' Istituto con acqua dolce corrente per circa tre mesi ed un gruppo alla Stazione Idrobiologica di Chioggia con acqua di mare corrente per lo stesso periodo di tempo.

La salinità dell'acqua di mare durante questo periodo variò dal 28 al 35 per mille. La temperatura dell'acqua dolce e marina sono variate tra 6° ed 11° C. Sono state esaminate anche alcune anguille argentine rimaste nell'acquario dell' Istituto, in acqua dolce, per più di un anno. Durante la permanenza nei vari ambienti gli animali erano alimentati con carne bovina o carne di pesce.

La distinzione tra anguille gialle ed argentine è facile ad un semplice esame.

Gli animali esaminati, con la rispettiva lunghezza, peso e sesso sono elencati nella tabella seguente.

Da ciascuna anguilla furono prelevate, senza anestesia, le quattro arcate branchiali di un lato, di solito il sinistro, e, tolta la parte basale di sostegno, ne erano tagliati dei frammenti comprendenti 4 o 5 coppie di filamenti o foglietti branchiali (1). Alcuni di questi furono trattati secondo il metodo di Leschke per i cloruri modificato da COPELAND (1948); altri furono fissati col metodo del congelamento-sostituzione, cioè congelamento rapido in isopentano raffreddato con azoto liquido quindi immersione nella miscela alcool-formolo e nel liquido di Rossman raffreddati con ghiaccio secco, secondo quanto suggerisce PEYROT (1956, 1956 *a*).

Dopo inclusione in paraffina sono state tagliate sezioni longitudinali e trasversali dello spessore di 5 o di 10 micron.

---

(1) Ho seguito la nomenclatura delle varie parti dell'apparato branchiale adottata da KEYS e WILLMER e da BEVELANDER, i quali seguono le descrizioni dei primi AA. che hanno studiato le branchie dei Teleostei (cfr. OPPEL, 1905). Sono perciò qui chiamati *filamenti* le strutture disposte perpendicolarmente all'arco branchiale, formate dai vasi afferenti, dall'arista cartilaginea, portanti le pieghe respiratorie. Alcuni AA. chiamano i filamenti lamelle branchiali primarie (cfr. RAUTHER, 1937) o foglietti branchiali.

Sono chiamate *lamelle* branchiali le pieghe dell'epitelio respiratorio contenenti la rete vascolare, disposte perpendicolarmente ai lati dei filamenti, che alcuni AA. chiamano anche lamelle secondarie o pieghe.

Le sezioni sono state colorate con emallume-eosina, ematossilina ferrica di Heidenhain, emallume e mucicarminio, col metodo di McManus per i muco-polisaccaridi (acido periodico e fucsina di Schiff, PAS) e col metodo di Gomori per la fosfatasi alcalina usando come substrato glicerofosfato. Questi due ultimi metodi secondo le indicazioni di Lison (1953).

Contemporaneamente alle branchie, di alcune anguille sono stati prelevati frammenti dell'epitelio di rivestimento della cavità orofaringea o della faccia interna dell'opercolo e ne sono stati allestiti preparati come per le branchie.

Di ciascuna anguilla sono stati prelevati anche frammenti del rene della regione postanale e fissati col metodo del congelamento-sostituzione. Del rene sono stati per il momento allestiti soltanto alcuni preparati.

Tabella I

		Lunghezza in cm	Peso in gr	Sesso
1	A. gialla in acqua dolce	36,8	80	♂
2	A. » » »	38,5	90	♀
3	A. » » »	43	120	♀
4	A. » » »	39,8	75	♂
5	A. gialla in acqua di mare	43	105	♀
6	A. » » »	42	103	♂
7	A. » » »	37	75	♂
8	A. » » »	38	75	♂
9	A. argentina in acqua dolce	50,2	185	♀
10	A. » » »	47	160	♂
11	A. » » »	48	225	♀
12	A. » » »	55	350	♀
13	A. » » »	60	450	♀
14	A. » » »	57	320	♀
15	A. argentina in acqua di mare . . .	50	215	♀
16	A. » » » . . .	53	275	♀
17	A. » » » . . .	52	253	♀
18	A. » » » . . .	49	195	♀
19	A. » » » . . .	55	270	♀
20	A. » » » . . .	55	310	♀
21	A. » » » . . .	49	270	♀

Risultati

1) Struttura istologica delle branchie con particolare riguardo alle cellule mucose ed alle cellule acidofile.

La struttura istologica delle branchie dell'anguilla è stata descritta ampiamente da Keys e Willmer (1932) e da Bevelander (1935). Questi AA. hanno inoltre illustrato in dettaglio le caratteristiche morfologiche delle cellule mucose e delle cellule acidofile.

Senza ripetere la descrizione delle branchie, qui viene riferito quanto si è potuto osservare con maggiore precisione con metodi istochimici circa la distribuzione delle cellule mucose e delle cellule acidofile.

Le cellule mucose sono facilmente identificabili nell'epitelio oro-faringeo; esse sono grandi, rotondeggianti, con ampio citoplasma e nucleo di solito spostato ad un lato; alcune presentano tutto il citoplasma intensamente colorato con la reazione di McManus, altre, con le stesse caratteristiche morfologiche, hanno soltanto granuli o zolle PAS-positive; altre ancora presentano reazione negativa (Tav. I, figg. 1 e 2). Queste variazioni della PAS-positività, di cellule ben identificabili e riconoscibili, sono senza dubbio un indice di un ciclo di elaborazione e probabilmente di secrezione.

Nei preparati colorati col mucicarminio il quadro citologico delle cellule mucose è esattamente sovrapponibile a quello che si osserva nei preparati colorati col metodo di McManus.

Nel filamento branchiale (1) le cellule mucose sono simili a quelle dell'epitelio oro-faringeo e sono localizzate in più strati all'apice del filamento e disposte in un'unica fila ai due margini, interno ed esterno, dei filamenti (Tav. I, figg. 3 e 4, Tav. II, figg. 5 e 6).

Qualche cellula mucosa si spinge fino alla base delle lamelle branchiali ma soltanto nella parte apicale ed ai due margini dove le lamelle terminano. Talora in alcune sezioni, specialmente longitudinali del filamento, può sembrare che cellule PAS-positive si trovino anche alla base delle lamelle, ma un esame più accurato, in particolare di sezioni in serie, mostra che si tratta sempre della regione marginale del filamento dove iniziano le lamelle branchiali.

Nei due lati lunghi del filamento, alla base delle lamelle branchiali tra le piccole cellule epiteliali e per breve altezza anche sulle due facce delle lamelle stesse, si trovano delle grosse cellule rotondeggianti con abbondante citoplasma, omogeneo o finemente granulare, con grosso nucleo sferico, spesso cen-

---

(1) Vedi nota a pag. 120.

trale, le quali corrispondono esattamente per la loro distribuzione e le caratteristiche morfologiche alle cellule acidofile di KEYS e WILLMER ed a quelle descritte da BEVELANDER. Nei preparati colorati con l'emallume-eosina e con l'ematossilina ferrica queste cellule non diversificano molto dalle cellule mucose, salvo che sono leggermente più piccole e meno regolarmente rotondeggianti. Esse non si colorano mai col mucicarminio, nè presentano mai reazione positiva col metodo di McManus (Tav. II, figg. 5, 6, 7 e 8).

Il citoplasma si colora intensamente con l'eosina, come hanno messo in evidenza KEYS e WILLMER, ma non si rilevano variazioni dell'intensità dell'acidofilia tra una cellula e l'altra come invece si osserva tra le cellule mucose.

In conclusione benchè le grosse cellule alla base delle lamelle assomiglino morfologicamente alle cellule mucose, esse non presentano mai le caratteristiche istochimiche di quest'ultime e non si possono ritenere tali.

Nei preparati istologici comuni e con quelli usati per mettere in evidenza mucopolisaccaridi non sono state notate differenze nella distribuzione e nelle caratteristiche delle cellule mucose e delle cellule acidofile tra i diversi gruppi di anguille studiate. Forse è possibile vi siano differenze di numero e di intensità del ciclo secretivo nelle cellule mucose. Queste variazioni sono però difficili da valutare, perchè tra anguille gialle e argentine e tra anguille di dimensioni diverse vi sono differenze di grandezza dei filamenti branchiali.

2) Reazione per i cloruri.

Come è stato riferito in « Materiale e Metodo » in queste ricerche si è applicato il metodo di Leschke modificato da COPELAND (1948) alle branchie di anguille di diverso stadio di sviluppo e poste in differenti condizioni sperimentali.

Si è considerata reazione positiva per i cloruri la presenza di abbondanti precipitati nel citoplasma delle cellule acidofile; di solito le variazioni di intensità di precipitazione sono nette. Ci si è soprattutto basati sul confronto tra cellule adiacenti dello stesso preparato e tra branchie dei diversi lotti di anguille i cui preparati sono stati, di frequente, allestiti contemporaneamente.

Si è cercato cioè di ovviare alla scarsa specificità ed alla incostanza del metodo con criteri di valutazione piuttosto ristretti e basandosi soprattutto sul confronto.

Nelle *anguille gialle in acqua dolce* la reazione di Leschke è risultata positiva per molte cellule acidofile. Cellule con reazione positiva si trovano distribuite in tutti i filamenti branchiali e lungo tutto il filamento (Tav. III, fig. 9).

Nelle *anguille gialle in acqua di mare* reazione positiva si osserva in singole cellule acidofile oppure nelle cellule acidofile di brevi tratti del filamento branchiale e non in tutti i filamenti. Si ha complessivamente reazione positiva ma a carico di un minor numero di cellule che non nelle gialle in acqua dolce (Tav. III, fig. 10).

Nelle *anguille argentine in acqua dolce* la reazione per i cloruri è costantemente negativa. Granuli di precipitato, talora osservati soprattutto allo esterno delle cellule dell'epitelio branchiale, non si sono ritenuti indicare una reazione positiva (Tav. III, fig. 12).

Nelle *anguille argentine in acqua di mare* la reazione per i cloruri è risultata positiva in tutte le cellule acidofile (Tav. III, fig. 11; Tav. IV, fig. 13).

Non tenendo conto delle variazioni di intensità dei precipitati entro le cellule, ma soltanto del numero di cellule a reazione nettamente positiva, l'intensità di reazione per i cloruri nelle cellule acidofile delle branchie risulta variare nei diversi lotti di anguille nel seguente ordine decrescente:
argentine in acqua di mare > gialle in acqua dolce > gialle in acqua di mare > argentine in acqua dolce.

Soltanto nelle anguille argentine in acqua dolce le cellule acidofile presentano reazione negativa.

3) Reazione per la fosfatasi alcalina.

Nelle ricerche preliminari (Colombo e Cecchini, 1959) nelle branchie delle anguille non si era riusciti a mettere in evidenza la fosfatasi alcalina col metodo di Gomori con glicerosfosfato. In questa seconda serie di ricerche si è cercato con particolare attenzione di controllare questo risultato, curando la fissazione, aumentando il tempo di incubazione ed allestendo opportuni controlli. Poichè si era trovato che i tubuli prossimali del rene di anguilla presentano reazione positiva, si sono allestiti preparati di filamenti branchiali e di frammenti di rene prelevati, fissati, inclusi e sezionati contemporaneamente ed eseguendo la reazione contemporaneamente e negli stessi recipienti. Mentre nei tubuli prossimali del rene la reazione è risultata positiva (Tav. IV, figg. 15 e 16), nelle branchie, ad esclusione dell'arista cartilaginea, la reazione è risultata sempre negativa (Tav. IV, fig. 14).

Discussione

Gli scopi delle ricerche qui riportate, come è stato esposto nell' introduzione, erano:

a) studiare le cellule acidofile della base delle lamelle (1) branchiali in rapporto alla loro eventuale funzione nell'eliminazione dei cloruri e alle loro relazioni con le cellule mucose;

b) mettere in evidenza le differenze tra le anguille gialle e argentine adat-

---

(1) Vedi nota a pag. 120.

tate all'acqua dolce ed all'acqua di mare, per quanto riguarda la funzione di eliminazione dei cloruri da parte delle branchie.

Circa il primo punto le reazioni specifiche per le cellule mucose hanno dimostrato che queste si trovano soltanto all'apice ed ai margini interno ed esterno dei filamenti branchiali e mai alla base delle lamelle dove invece si trovano le cellule acidofile che non presentano mai mucopolisaccaridi nel citoplasma.

Le cellule mucose e le cellule acidofile differiscono per varie caratteristiche; oltre alla mancanza di mucine, le singole cellule acidofile non mostrano variazioni apprezzabili dell'acidofilia, che invece si osservano tra le cellule mucose probabilmente in rapporto al ciclo di secrezione.

Nelle cellule acidofile è netta la positività della reazione per i cloruri; e benchè i metodi istochimici per i cloruri siano criticabili (cfr. LISON, 1953), con i criteri di valutazione molto restrittivi qui usati, la positività della reazione in alcuni gruppi di anguille e la negatività in altri rendono i risultati probativi.

Non risulta presente nelle cellule acidofile la fosfatasi alcalina, secondo il metodo di Gomori, che è invece risultata presente nelle cellule acidofile di *F. heteroclitus* (PETTENGILL e COPELAND, 1948). È forse possibile che l'enzima si trovi in concentrazione molto bassa od in condizioni tali che si abbia una falsa risposta negativa (cfr. PEARSE, 1960). È tuttavia interessante che sia stata messa in evidenza nei tubuli prossimali del rene in preparati allestiti nello stesso modo e contemporaneamente a quelli delle branchie. È da notarsi che questo enzima non era stato messo in evidenza nel rene di *Anguilla rostrata* (BROWNEN, PITTS e PITTS, 1950), mentre era stato trovato dagli stessi AA. in numerose altre specie di Pesci e Selacei.

Dalle ricerche qui riportate risulta perciò che le cellule mucose e le cellule acidofile dei filamenti branchiali sono due tipi di cellule con differenziazione citochimica e funzionale completamente distinta per cui non sembrano fondate le critiche di BEVELANDER e di PARRY, HOLLIDAY e BLAXTER alle opinioni di KEYS e WILLMER e di COPELAND.

Circa l'altro problema riguardante le differenze tra anguille gialle ed argentine adattate ad ambienti diversi, i risultati di queste ricerche si inquadrano con le conoscenze sulla biologia e sulle funzioni di osmo-regolazione delle anguille.

Nelle anguille gialle sia in acqua dolce che in acqua di mare, le cellule acidofile di Keys e Willmer presentano reazione positiva, non molto estesa, per i cloruri; nelle anguille argentine essa è positiva in quelle poste in acqua di mare, negativa in quelle adattate all'acqua dolce.

Questi dati indicherebbero che le anguille gialle sono più eurialine che le argentine o meglio che le gialle sono adattate sia all'acqua dolce che all'acqua di mare, le argentine meglio all'acqua di mare.

La positività ai cloruri sia in acqua dolce che in acqua di mare indicherebbe che le gialle possono sia assorbire che eliminare i cloruri attraverso le branchie;

esse presenterebbero cioè una doppia funzione come ha trovato COPELAND (1948, 1950) in *F. heteroclitus*.

Tuttavia le ricerche citochimiche da sole non possono dare una risposta sicura se non sono completate e confermate da ricerche fisiologiche. In base alle ricerche fisiologiche (KEYS, 1931, KROGH, 1939) probabilmente eseguite su argentine, e secondo le ricerche citochimiche qui riferite, le anguille argentine avrebbero solo la capacità di eliminare cloruri attraverso le branchie, non di assorbirli.

Esse quindi differiscono dalle gialle nelle funzioni di osmoregolazione come pensa FONTAINE (1943, 1950); non si ha però una vera demineralizzazione, come si è detto nella parte introduttiva e come ha dimostrato KOCH (1949).

In qual modo le argentine possono vivere in acqua dolce mantenendo la cloremia a livello normale?

Un'ipotesi può essere che le argentine in acqua dolce ingoino ed assorbano una quantità molto maggiore d'acqua. Una prova indiretta di questo fatto si ha dai dati di DEFRISE (1934) secondo i quali le anguille, che dal peso sembrano essere state probabilmente argentine, in acqua dolce eliminano circa 15 volte più urina che in acqua di mare. Se nell'urina la concentrazione in cloro è corrispondente a quella dei cationi bivalenti, ioni cloro sono trattenuti dalla presenza di cationi monovalenti non essendovi una eliminazione attraverso le branchie.

DEFRISE ha anche osservato delle modificazioni citologiche nei tubuli prossimali dei nefroni delle stesse anguille, adattate all'acqua di mare ed all'acqua dolce, in relazione all'aumentata diuresi. È probabile che vi siano anche differenze nei tubuli distali in rapporto ad un diverso riassorbimento di materiali, come pensa KROGH (1939).

È probabile che le ricerche in corso possano mettere in evidenza differenze nei nefroni tra anguille gialle ed argentine adattate ad ambienti diversi, sarebbe tuttavia augurabile che esperimenti fisiologici come quelli di SMITH (1931) e KEYS (1931), venissero ripetuti nelle anguille tenendo conto degli stadi di sviluppo.

SUMMARY

Histochemical investigations on the osmoregulation in European eels

After a discussion on the problems of osmoregulation in European eels in relation to the stages of development (yellow and silver stages) and to the environment adaptation, the A. reports the results of histochemical investigations on the gills of yellow and silver eels adapted to fresh and sea water.

The histochemical investigations show that the acidophil cells of gill lamellae are not mucous cells; they give a positive reaction for chloride (Leschke's test, and a negative reaction for alkaline phosphatase (Gomori's method).

The results support the view of Keys and Willmer (1932) and Copeland (1948, 1950) against the arguing of Bevelander (1935) and the recent criticism of Parry, Holliday and Blaxter (1959).

Chloride test of the acidophil cells was positive for yellow eels adapted both to fresh and sea water, for silver eels adapted to sea water and not for the silver ones in fresh water, showing that silver eels can only secrete whereas the yellow ones secrete and absorb chlorides through the gills.

These findings support Fontaine's view (1943, 1950) that silver eels are poorly adapted to fresh water and therefore they migrate to the sea.

However, since silver eels can survive in fresh water, it is likely that chloride balance in fresh water could be mantained by a larger amount of water swallowed. An indirect evidence of this possibility is provided by Defrise' s (1934) experiments according to which eels, in fresh water, eliminate an amount of urine ten times greater than in sea water.

BIBLIOGRAFIA

Black, V. S. 1957. Excretion and osmoregulation. In: The physiology of Fishes. M. E. Brown ed., Academic Press, New York, 163-205.

Berndt, O. 1938. Morphologie und Histologie der Rumpfdarms von *Anguilla fluviatilis* und die Veranderung desselben im Individual zyclus. Zool. Jb. Abt. Anat. *64*, 437-482.

Bertin, L. 1951. Les Anguilles. Payot, Paris, 1951.

Bevelander, G. 1935. A comparative study of the branchial epithelium in Fishes. J. Morph. *57*, 335-348.

Bevelander, G. 1936. Branchial glands in Fishes. J. Morph. *59*, 215-223.

Brownen, J., Pitts M. W. and Pitts R. F. 1950. Alkaline phosphatase activity in kidney of glomerular and aglomerular marine teleosts. Biol. Bull. *99*, 152-156.

Callamand, O. 1943. L'anguille européenne (*Anguilla anguilla* L.): Les bases physiologiques de sa migration. Ann. Inst. océanogr. *21*, 361-440.

Ciaccio, G. 1939. Esperimenti di lungo digiuno in anguille. Atti IV Congr. int. Path. comp., 343-352, 1939.

Colombo, G. e Cecchini, S. 1959. Ricerche sull'osmoregolazione nelle anguille gialle e nelle anguille argentine. R. C. Accad. Lincei, *27*, 136-137.

Copeland, D. E. 1948. The cytological basis of chloride transfer in the gills of *Fundulus heteroclitus*. J. Morph. *82*, 201-227.

Copeland, D. E. 1950. Adaptive behaviour of the chloride cells in the gills of *Fundulus heteroclitus*. J. Morph. *87*, 369-380.

D'Ancona, U. 1951. Intorno alla trasformazione dell'anguilla nella fase conclusiva del suo ciclo vitale. Riv. Biol. *43*, 172-186.

Defrise, A. 1934. Ricerche di citofisiologia renale. Arch. ital. Anat. Embriol. *33*, 692-717.

Fontaine, M. et Callamand, O. 1940. La chloremie de l'Anguille femelle au cours de son développement. C. R. Acad. Sci. Paris, 211, 298-301.

Fontaine, M. et Callamand, O. 1941. Sur certains facteurs des migrations de l'Anguille. Bull. Soc. Zool. France, *66*, 68.

Fontaine, M. et Callamand, O. 1942. L'activité thyroidienne de l'Anguille au cours de son developpement. Arch. Zool. exp. gén. *82*, 129-136.

Fontaine, M. et Callamand, O. 1943. Les aspects physiologiques d'une « vie cyclique » de l'Anguille d' Europe (*Anguilla anguilla* L.). Bull. Mus. Hist. nat. Paris *15*, 373-378.

Fontaine, M. et Koch, M. I. 1950. Les variations d'euryhalinité et d'osmoregulation chez les Poissons. J. de Physiol. *42*, 287-318.

Getman, M. C. 1950. Adaptive changes in the chloride cells of *Anguilla rostrata*. Biol. Bull. *99*, 439-445.

Grassi, B. 1913. Metamorfosi dei Murenoidi. Monogr. R. Com. talassogr. ital.

Keys, A. 1931. Chloride and water secretion and absorption by the gills of the eels. Z. vergl. Physiol. *15*, 364-388.

Keys, A. and Willmer, E. N. 1932. « Chloride secreting cells » in the gills of Fishes with special reference to the common eel. J. Physiol. *76*, 368-378.

Koch, M. J. 1949. Quelques caractéristiques osmotiques de l'Anguille femelle jaune et argentée. Arch. int. Physiol. *57*, 125-132.

Krogh, A. 1939. Osmotic regulation in acquatic animals. Cambridge Univ. Press, 1939.

Lison, L. 1953. Histochimie et cytochimie animale. Gauthier-Villars ed., Paris, 1953.

Oppel, A. 1905. Lehrbuch der vergleichenden mikroscopischen Anatomie der Wirbeltiere. VI Teil, Atmungsapparat., Jena.

Parry, G., Holliday, F. G. T. and Blaxter, J. M. S. 1959. « Chloride secretory cells » in the gills of Teleosts. Nature *183*, 1248-1249.

Pearse, A. G. E. 1960. Histochemistry. 2nd Edition. Churchill Ltd., London, 1960.

Pettengill, O. and Copeland, D. E. 1948. Alkaline phosphatase activity in the chloride cell of *Fundulus heteroclitus* and its relation to osmotic work. J. exp. Zool. *108*, 235-242.

Peyrot, A. 1956. Il metodo del congelamento-sostituzione nella ricerca istologica e isto-chimica. Nota I. Riv. Istochim. *2*, 197-212.

Peyrot, A. 1956 *a*. Il metodo del congelamento-sostituzione nella ricerca istologica ed istochimica. Nota II. Uso di una miscela alcool-formolo-acetica come disidratante. Boll. Zool. *23*, 449-455.

Portier, P. et Duval, M. 1922. Pression osmotique de l'Anguille « essuyée » en fonction des modifications de salinité du milieu extérieur. C. R. Acad. Sci. Paris, *175*, 1105.

Rauther, M. 1937. Kiemen der Anamnia. In: Handbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere. Ed. Bolk-Goppert-Kallius-Lubosch. B. 3, 224-251, 1937.

Schnackenbek, W. 1934. Veränderungen in Verdaungstraktus bei Blankaalen. Zool. Anz. *108*, 85-91.

Smith, V. 1931. The absorption and excretion of water and salts by marine teleosts. Amer. J. Physiol. *93*, 480-505.

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE

TAVOLA I

Fig. 1 - Sezione di epitelio della cavità oro-faringea di anguilla argentina in acqua di mare. Fissazione per congelamento-sostituzione, colorazione con emallume-eosina. Ingr. 300 ×.

Tra le piccole cellule epiteliali vi sono molte cellule mucose con molto citoplasma.

» 2 - Come la fig. 1. Colorazione col metodo di McManus ed emallume. Ingr. 300 ×.

Alcune cellule mucose presentano la reazione PAS positiva.

» 3 - Sezione longitudinale della parte apicale di un filamento branchiale di anguilla argentina in acqua dolce. Fissazione per congelamento-sostituzione, colorazione con emallume-eosina. Ingr. 300 ×.

L'apice del filamento è a destra con nell'epitelio numerose cellule mucose.

» 4 - Come la fig. 3. Colorazione col metodo di McManus ed emallume. Ingr. 300 ×.

Le cellule mucose sono PAS-positive.

TAVOLA II

Fig. 5 - Sezione longitudinale di filamento branchiale di anguilla argentina in acqua dolce. Fissazione per congelamento-sostituzione, colorazione emallume-eosina. Ingr. 300 ×.

A destra l'inizio delle lamelle branchiali con grosse cellule acidofile; a sinistra l'epitelio del filamento con cellule mucose.

» 6 - Sezione trasversale di filamento branchiale di anguilla argentina in acqua dolce. Fissazione per congelamento-sostituzione, colorazione col metodo di McManus ed emallume. Ingr. 300 ×.

In basso il margine esterno del filamento con nell'epitelio cellule mucose a citoplasma PAS-positivo; in alto e in mezzo base delle lamelle branchiali con cellule acidofile a citoplasma PAS-negativo.

» 7 - Sezione longitudinale mediana di filamento branchiale di anguilla argentina in acqua di mare. Fissazione per congelamento-sostituzione, colorazione emallume-eosina. Ingr. 300 ×.

Alla base tra le lamelle branchiali che si staccano dal filamento le cellule acidofile.

» 8 - Come la fig. 7. Colorazione col metodo di McManus ed emallume. Ingr. 300 ×.

Le cellule acidofile hanno il citoplasma PAS-negativo.

TAVOLA III

Fig. 9 - Sezione longitudinale di filamento branchiale di anguilla gialla in acqua di mare. Metodo di Leschke. Ingr. 300 ×.

Alla base tra le lamelle branchiali di destra cellule acidofile con reazione positiva per i cloruri; a sinistra i precipitati sono irregolari, non specifici.

Fig. 10 - Sezione longitudinale di filamento branchiale di anguilla gialla in acqua dolce. Metodo di Leschke. Ingr. 300 ×.

Alla base tra le lamelle cellule acidofile con reazione positiva. I precipitati massicci sulle lamelle sono esterni e non si considerano specifici.

» 11 - Sezione longitudinale di filamento branchiale di anguilla argentina in acqua di mare. Metodo di Leschke. Ingr. 300 ×.

A destra alla base tra le lamelle grosse cellule acidofile con reazione positiva per i cloruri. A sinistra la reazione appare meno intensa perché la sezione non comprende, in tutto lo spessore, l'epitelio, ma anche il lume di un vaso.

» 12 - Sezione longitudinale di filamento branchiale di anguilla argentina in acqua dolce. Metodo di Leschke. Ingr. 300 ×.

Si intravvedono alla base tra le lamelle i limiti delle cellule acidofile con reazione di Leschke negativa.

TAVOLA IV

Fig. 13 - Sezione trasversale di filamento branchiale di anguilla argentina in acqua di mare. Metodo di Leschke. Ingr. 300 ×.

Grosse cellule acidofile a reazione positiva per i cloruri nella parte mediana del filamento.

» 14 - Sezione trasversale di filamento branchiale di anguilla argentina in acqua di mare. Fissazione per congelamento-sostituzione, metodi di Gomori per la fosfatasi alcalina e debole colorazione con emallume. Ingr. 300 ×.

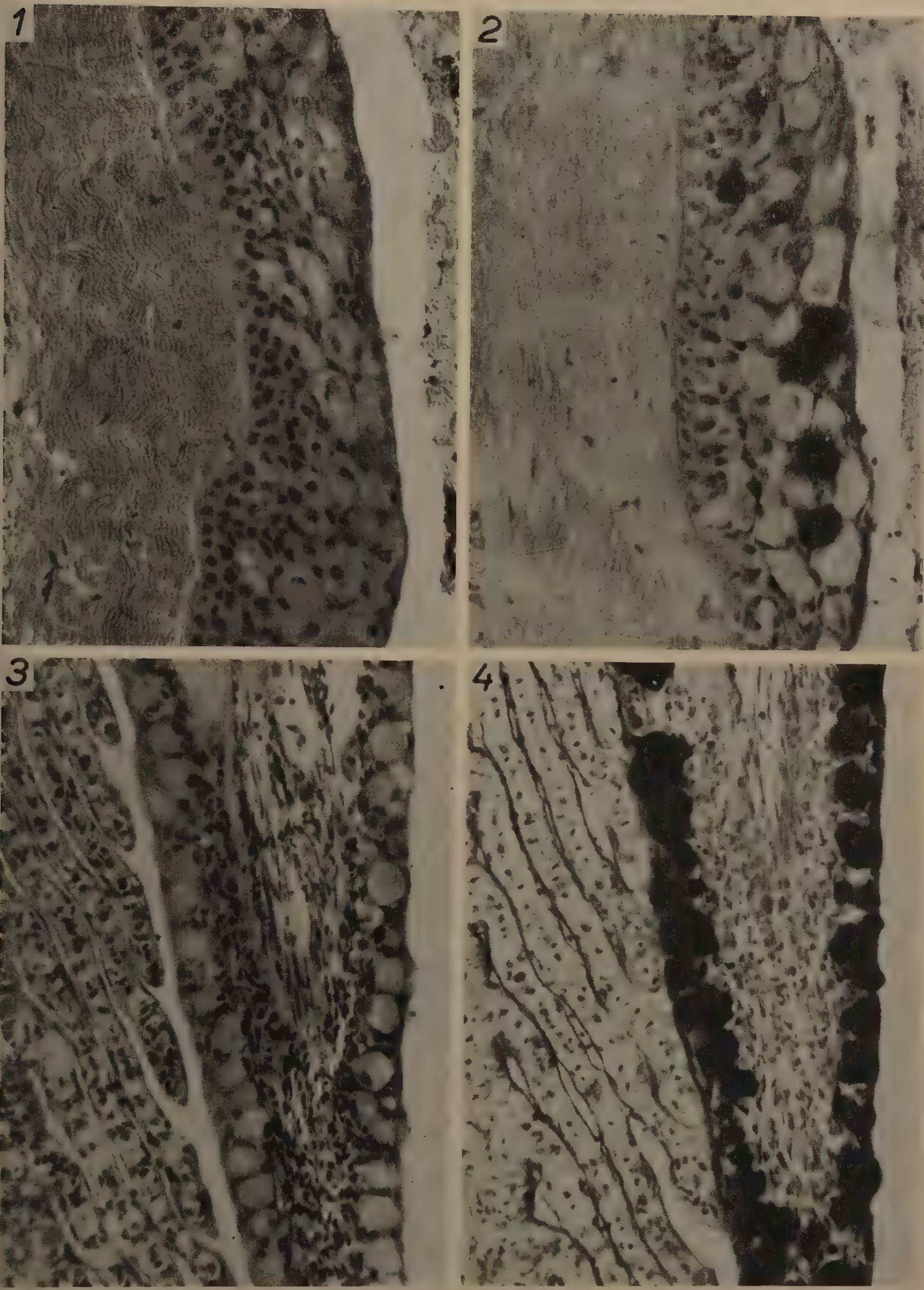
La reazione è negativa.

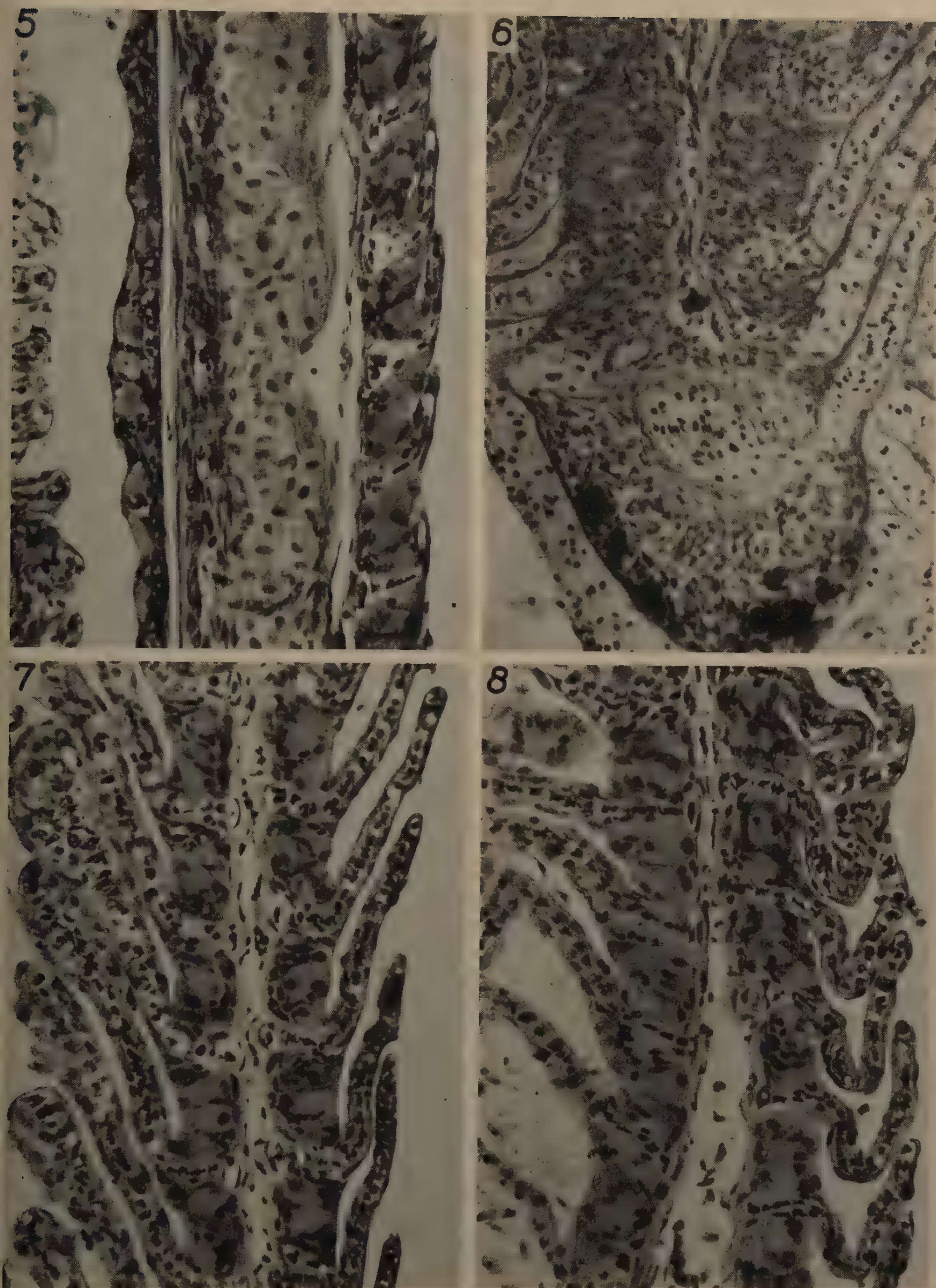
» 15 - Sezione di rene di anguilla gialla in acqua dolce. Fissazione per congelamento-sostituzione, metodo di Gomori senza glicerofosfato e debole colorazione con emallume. Ingr. 120 ×.

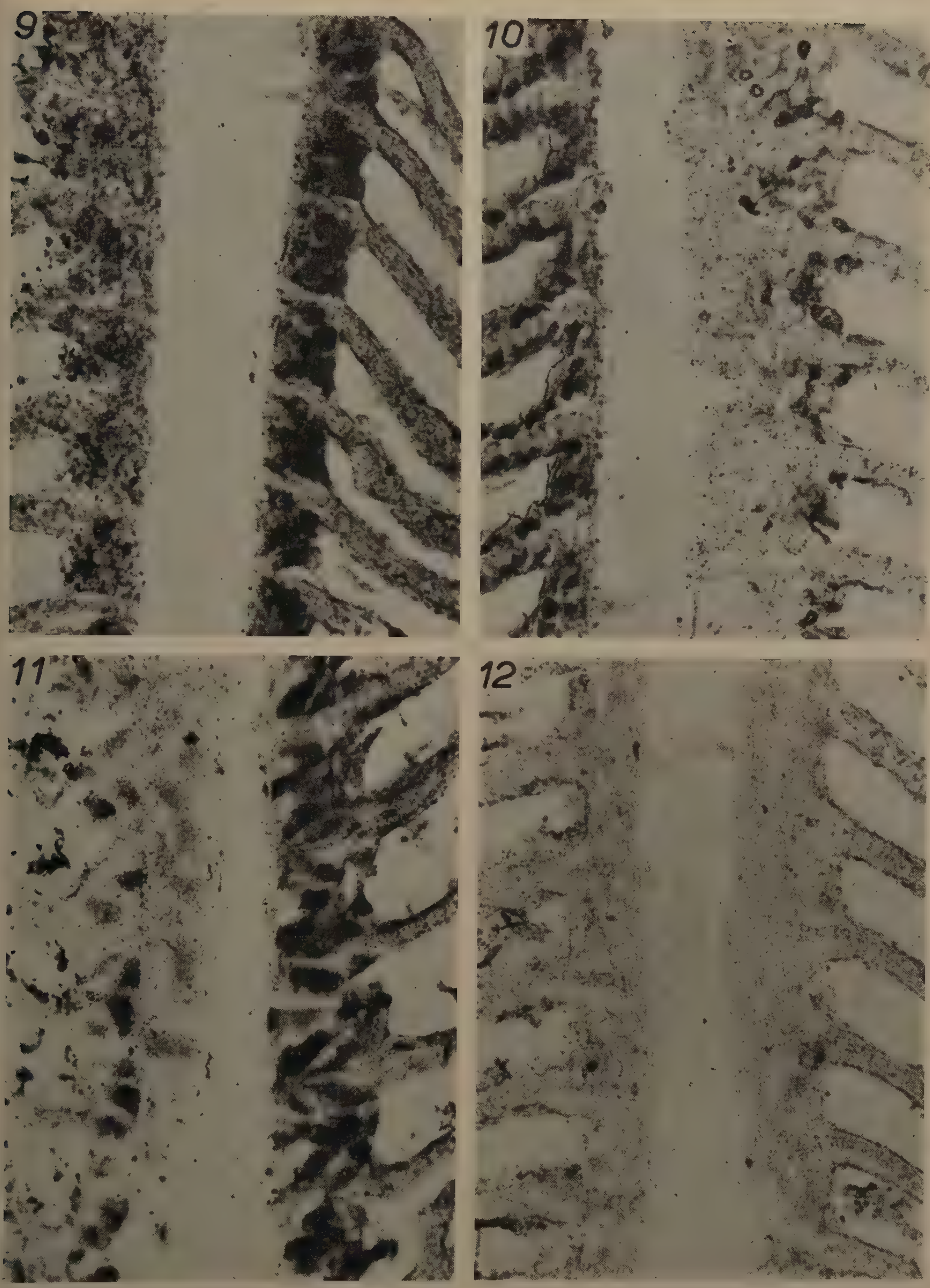
Controllo della fig. 16; le macchie nere sono dovute a pigmento.

» 16 - Come la fig. 15; metodo di Gomori per la fosfatasi alcalina con glicerofosfato e debole colorazione con emallume. Ingr. 120 ×.

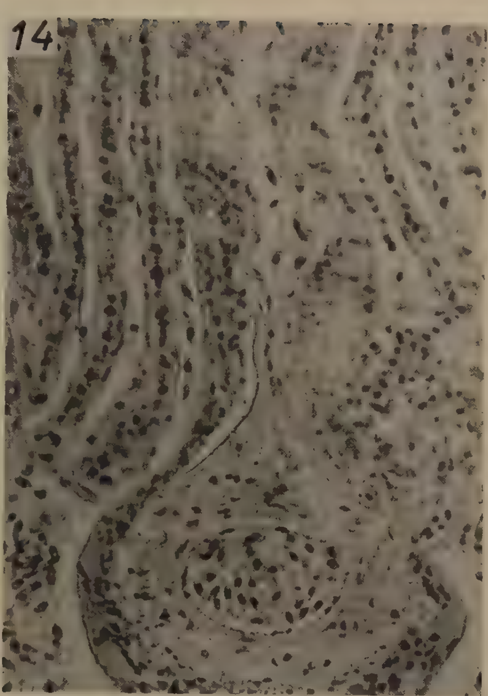
Alcune sezioni, di tubuli prossimali, presentano reazione positiva, altre reazione negativa.

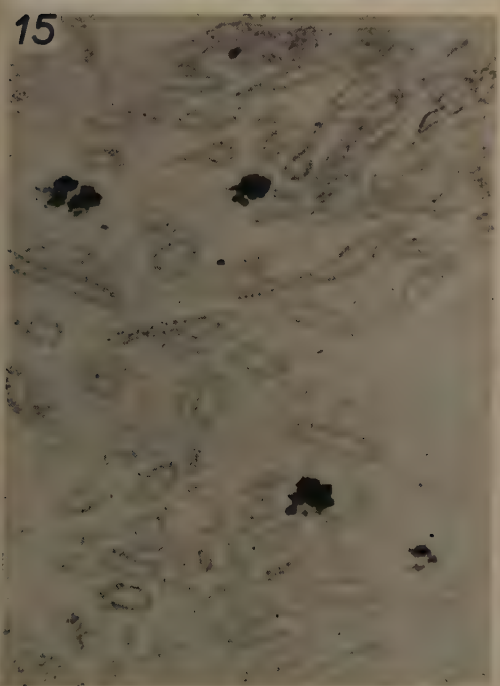

1
2
3
4

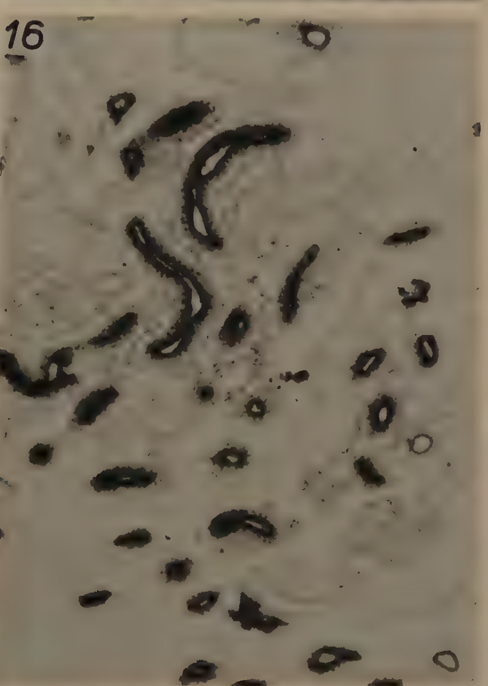

5
6
7
8


9
10
11
12


13


14


15


16

Armando Sabbadin

Istituto di Zoologia e Anatomia comparata dell'Università di Padova e Stazione Idrobiologica di Chioggia, diretti dal Prof. U. D'Ancona

NUOVE RICERCHE SULL'INVERSIONE SPERIMENTALE DEL «*SITUS VISCERUM*» IN *BOTRYLLUS SCHLOSSERI* (ASCIDIACEA) (1)

Un precedente esperimento aveva dimostrato che nelle colonie dei Botrilli le gemme atrofiche, indotte a riprendere lo sviluppo, in un certo numero di casi davano zooidi a «situs inversus viscerum»: il tubo digerente era posto a destra della branchia, anzichè alla sinistra, e il cuore alla sinistra della linea mediana invece che alla destra. Questi zooidi producevano gemme pure a «situs inversus», il quale si manteneva anche nelle successive generazioni blastogenetiche (Sabbadin, 1956 e 1958 *a*, *b*).

È sembrato opportuno ripetere ed estendere gli esperimenti, per dare al fenomeno una più sicura base statistica. Le colonie a «situs inversus» ottenute sono state allevate per oltre 20 generazioni blastogenetiche, onde accertare che la trasmissione del carattere per via asessuata si mantiene costante nel tempo. Il precedente esperimento aveva dimostrato che l'inversione del sito dei visceri comporta anche l'inversione dell'intensità dei poteri blastogenetici dei due lati del corpo, la quale, maggiore a destra nelle colonie normali, in quelle a sito invertito si rivela maggiore a sinistra. Questo aspetto è stato ora studiato quantitativamente e lo studio è stato anche esteso alle gonadi, nel cui sviluppo ai due lati del corpo si rivelano, pure, condizioni di asimmetria.

Un interesse più generale è offerto dal problema della determinazione del «situs viscerum», che viene ora affrontato su una più ampia base sperimentale. Le colonie a sito dei visceri invertito sono state portate alla maturità sessuale e fatte riprodurre sessualmente. Ciò ha permesso di studiare se i genitori sono in grado di influire epigeneticamente sul sito dei visceri delle larve che si sviluppano entro di essi.

Materiale e metodi di studio

Sono state usate colonie sviluppatesi in laboratorio e allevate su supporti di vetro secondo una tecnica ripetutamente descritta (Sabbadin 1955, 1958 *a*, 1960). Ciascuna colonia viene fondata dall'oozooide, che deriva da una larva

---

(1) Lavoro eseguito con un contributo del Centro Studi Talassografici del CNR.

metamorfosata. Nella colonia ogni individuo adulto porta gemme di una generazione successiva e queste, a loro volta, portano gemme di una terza generazione (fig. 1). Le prime rimpiazzano i genitori quando questi, giunti al termine del loro ciclo vitale, regrediscono, e le seconde contemporaneamente gemmano a loro volta, per cui la colonia risulta sempre costituita da tre generazioni di individui, a stadi di sviluppo strettamente correlati.

Gli allevamenti sono stati eseguiti in stanza termostatica ad una temperatura di 18°,5 C. A questa temperatura ogni generazione blastogenetica ha un ciclo della durata di circa 20 giorni, e le singole generazioni si avvicendano in media ogni 7 giorni.

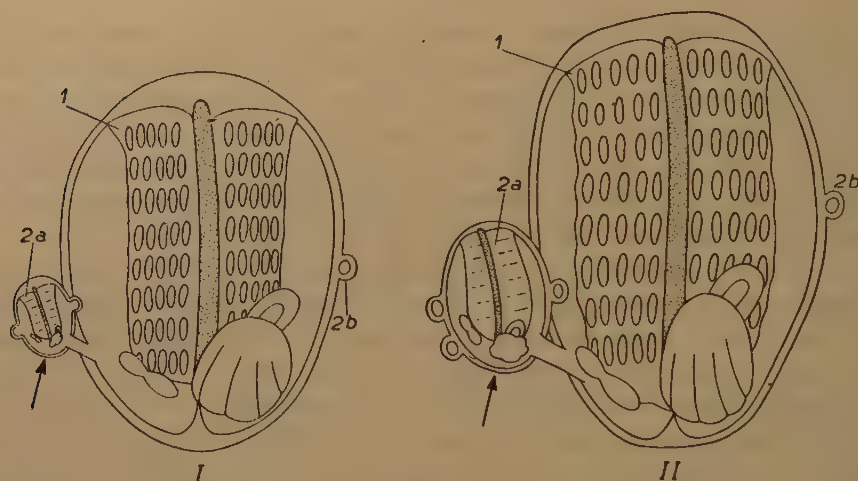


Fig. 1. - Stadi di sviluppo e condizioni delle colonie al momento delle operazioni. *1* = blastozooide adulto; *2 a* = gemma destra differenziata, provvista a sua volta di gemme, che viene asportata; *2 b* = gemma sinistra atrofica che si svilupperà dopo l'operazione.

Tutti gli zooidi gemmano ad entrambi i lati e talora l'abbozzo della gemma si scinde in gemma anteriore e gemma posteriore. La gemmazione bilaterale porta ad un progressivo aumento numerico degli individui componenti la colonia, i quali si raggruppano in sistemi. Spesso però nei singoli zooidi solo la gemma destra o l'anteriore fra le gemme destre riesce a completare lo sviluppo, i cui stadi sono indicati in fig. 2, mentre nell'altra o nelle altre gemme lo sviluppo si arresta precocemente, più spesso allo stadio di semplice vescicola che non ha ancora iniziato la morfogenesi (stadio 3). Queste gemme cadono in atrofia e persistono per più giorni, riducendo fortemente le proprie dimensioni, e sono generalmente in grado di riprendere lo sviluppo se si estirpano le gemme sorelle già differenziate (Sabbadin, 1958 *a*).

Le gemme sono costantemente unite al genitore da cui ricevono il nutrimento sotto forma di una corrente sanguigna che passa nello spessore del loro mantello, e quando il genitore alla fine del suo ciclo vitale regredisce per questa via viene completamente riassorbito dalle sue gemme. Queste, allo stadio 7 del loro sviluppo, mandano anche un vaso ad unirsi con il sistema vascolare generale della tunica comune, per cui la colonia rappresenta un'unità fisiologica anche quando è costituita da molti sistemi di individui.

L'aderenza della colonia al supporto è assicurata dal sistema di ampolle annesse ai vasi della tunica. In questo sistema si nota spesso una polarizzazione dello sviluppo: le ampolle di un lato presentano epitelio molto alto, colonnare, e costituiscono il lato proliferante della tunica, che permette alla colonia ampie migrazioni sul supporto. In questo modo due colonie possono giungere in contatto con le tuniche e con le rispettive ampolle (Tav. I, fig. 4), le quali ultime possono fondersi, stabilendo così una comunicazione fra i sistemi vascolari delle due colonie. La fusione, per la quale in *B. primigenus* è stata dimostrata una base genetica (Oka e Watanabe, 1957), è costante fra pezzi di una stessa colonia e fra genitori e figli. Essa è stata sfruttata in queste ricerche come esperimento di parabiosi.

I. - L' inversione sperimentale del sito dei visceri.

Su un numero assai maggiore di colonie è stato ripetuto l'esperimento che nel 1956 aveva fornito le prime inversioni sperimentali.

Nelle piccole colonie costituite dall'oozooide e dalle sue gemme, soltanto la gemma destra si sviluppa, mentre la sinistra non supera generalmente lo stadio 3. Pertanto alla prima generazione blastogenetica la colonia sarà ancora costituita da un solo individuo adulto e dalle sue gemme e ancora spesso si sviluppa solo la gemma destra. Lo stesso si verifica talora anche in generazioni più avanzate.

In piccole colonie di questo tipo, con un unico zooide adulto, la gemma destra veniva estirpata allo stadio 8 quando le sue gemme erano allo stadio di semisfera (stadio 2) (fig. 1, I), o eccezionalmente quando si erano appena segregate dalla parete del genitore in forma di sfera (stadio 3) (fig. 1, II). In alcuni casi in cui si era sviluppata anche la gemma sinistra, essa veniva estirpata assieme alla gemma destra.

Complessivamente sono state eseguite 301 operazioni. Nelle tabelle I *a* e I *b* sono raccolti i principali risultati. L'evento di gran lunga più frequente, dopo l'asportazione della gemma destra, è la ripresa dello sviluppo della gemma sinistra. Nei casi di asportazione di due gemme, si ebbe la ripresa dello sviluppo di una gemma posteriore se presente, o la ricostituzione di una gemma asportata incompletamente o la morte della colonia per mancanza di gemme. Quest'ultimo fatto del resto si è verificato talora anche in casi di

asportazione della sola gemma destra, per incapacità della gemma sinistra di portare lo sviluppo a termine. In realtà l'operazione porta dei profondi turbamenti nella vita della colonia. Essendo lo zooide adulto, al momento dell'operazione, ormai prossimo alla fine del suo ciclo vitale, questa per lo più sopravviene prima che la gemma sinistra atrofica si sia ristabilita nelle dimensioni iniziali e abbia iniziato la morfogenesi (tabella I *b*). La regressione del genitore porta ad un accumulo nella gemma atrofica di grandi quantità di prodotti della degenerazione del genitore, convogliati dalla corrente sanguigna

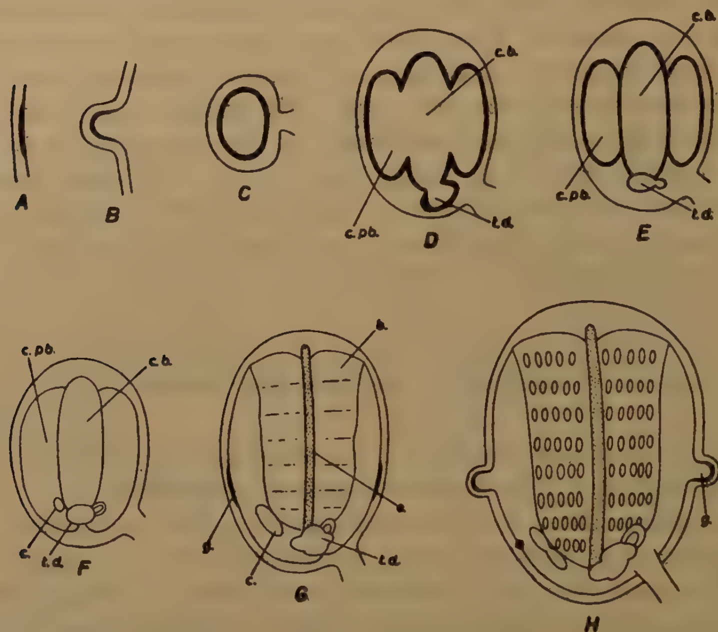


Fig. 2. - A-H corrispondono agli stadi convenzionali 1-8 dello sviluppo delle gemme dei Botrilli.
b. = branchia; *c.* = cuore; *c. b.* = cavità branchiale; *c. pb.* = cavità peribranchiale; *e.* = endostilo; *g.* = abbozzi delle gemme della generazione successiva; *t. d.* = tubo digerente.

che alimenta la gemma. Questa assume spesso dimensioni mostruose e il suo sviluppo diviene aberrante, tale da non portare ad uno zooide adulto normale ma ad un individuo che viene riassorbito dopo aver gemmato o che presenta certe deficenze, come l'assenza del circolo sanguigno o di uno dei sifoni, ed eccezionalmente la duplicità di una porzione del corpo. Mancando lo zooide adulto come punto di riferimento, talora è impossibile ricondurre la gemma che si sviluppa tardivamente alle sue vere origini: sono queste le gemme indicate nella tabella I *a* come gemme di incerta origine.

TABELLA I *a*

« Situs viscerum » normale e invertito nelle gemme sviluppatesi dopo l' asportazione delle gemme differenziate. Nella prima colonna è indicata la generazione cui appartenevano gli zooidi adulti della colonia al momento dell'operazione.

generaz. operate	numero operazioni	colonie morte	gemme con «situs» normale				Totale	gemme con « situs inversus »				Totale
			ricostituite	sviluppate tardivamente				ricostituite	sviluppate tardivamente			
				a sinistra	posteriori	di orig. incerta			a sinistra	posteriori	di orig. incerta	
gener. O	68	17	0	36	2	1	39	0	11	0	1	12
gen. 1ª	127	33	1	59	14	3	77	0	10	4	3	17
gen. 2ª e seg.	106	19	9	58	4	8	79	0	5	2	1	8
Totale	301	69	10	153	20	12	195	0	26	6	5	37

L' inversione del sito dei visceri rappresenta l'anomalia più frequente dello sviluppo tardivo delle gemme, che si è verificata in oltre il 12% di tutti i casi operati e in circa il 16% delle colonie sopravvissute all'operazione (tab. I*a*).

A conferma di quanto già osservato nel precedente esperimento, non si è mai verificata inversione nelle gemme ricostituitesi dopo asportazione incompleta, né in quelle, assai più numerose, la cui morfogenesi è iniziata prima della regressione dei genitori. Pertanto i migliori risultati si sono avuti operando sulla generazione O, cioè sull'oozooide, la cui gemma sinistra non entra mai in sviluppo spontaneamente, e il cui ciclo vitale è più breve di quello dei

TABELLA I *b*

« Situs viscerum » delle gemme sviluppatesi in presenza di genitori funzionanti o regrediti.

Genitori	gemme a « situs » normale	gemme a « situs inversus »
funzionanti 82	82	0
regrediti 150	113	37

blastozooidi specialmente delle generazioni più avanzate. Dalla tabella I *a* risulta infatti che le operazioni eseguite sulla generazione O danno colonie a « situs inversus » nel 17,64% dei casi, mentre il rendimento scende al 13,38% dei casi per le operazioni eseguite sulla prima generazione blastogenetica e al 7,54% in quelle eseguite sulla seconda generazione o generazioni successive.

II. - Caratteristiche delle colonie a « situs inversus viscerum ».

L' inversione del sito dei visceri interessa il tubo digerente che si colloca alla destra della branchia anzichè alla sinistra ed il cuore, posto alla sinistra della linea mediana invece che alla destra (Tavola I, figg. 2, 3, 6). Interessa inoltre la blastogenesi e la gonadogenesi, le quali anche nelle colonie a « situs

Tabella II

Numero di gemme maturate sul lato sinistro e sul lato destro dagli zooidi di un gruppo di colonie a « situs » normale e da quelli di un gruppo di colonie a « situs inversus », sorelle delle prime, nelle generazioni blastogenetiche dalla 2ª alla 9ª.

colonie a « situs » normale			colonie a « situs inversus »		
n. protoc. colonie	gemme di destra	gemme di sinistra	n. protoc. colonie	gemme di destra	gemme di sinistra
21 a	20	8	2	4	15
21 b	17	6	34	10	25
55 b	45	13	55 a	11	43
68 a	24	6	57 a	3	19
68 b	7	3	57 b	5	22
103 a	16	8	60	3	10
103 b	12	2	68 c	14	28
110 a	19	5	110 b	2	11
111	34	12	116	6	17
117 a	26	15	131	21	33
117 b	17	9	141	1	11
Totale . .	237	87	Totale . .	80	234

viscerum » normale presentano differenze sui due lati del corpo. Di particolare interesse è inoltre la capacità di questo carattere di trasmettersi per via asessuata di generazione in generazione.

a) La trasmissione del «situs inversus viscerum».

Le colonie con sito dei visceri invertito, che venivano man mano ottenute nell'esperimento descritto, lasciate sviluppare liberamente, riprendevano il ritmo di accrescimento proprio delle colonie di controllo. Molte di esse sono tuttora mantenute in allevamento e hanno ormai dato più di 20 generazioni di gemme dopo la comparsa della inversione. Queste gemme e gli zooidi che ne sono derivati, in numero di molte centinaia, si sono costantemente sviluppati con il « situs inversus viscerum » dei genitori, senza alcuna eccezione. Vi è dunque una costante trasmissione di questo carattere acquisito, per via asessuata.

Alcune colonie con sito dei visceri invertito sono state fatte riprodurre anche sessualmente. Si poteva supporre che gli zooidi, vivipari, potessero influire epigeneticamente sul sito dei visceri dei figli che si sviluppano entro di essi.

Ciò non si verifica: le colonie a «situs inversus» per via sessuata danno costantemente colonie con sito dei visceri normale.

b) La blastogenesi.

Nelle colonie con sito dei visceri normale il lato destro degli zooidi produce spesso più gemme del lato sinistro e le gemme di destra maturano in numero maggiore di quelle di sinistra. Fra le gemme che vengono prodotte si stabilisce una forte competizione per il nutrimento e le gemme del lato destro sono avvantaggiate rispetto a quelle del lato sinistro (Sabbadin, 1958 *a*). Una spiegazione sufficiente di questa asimmetria sembra risiedere nel fatto che le gemme del lato destro sono alimentate da una corrente sanguigna più abbondante e più veloce, perché in più immediata derivazione dal cuore, situato a destra, tramite il seno sottoendostilare che decorre appunto alla destra della linea mediana. Nelle colonie a « situs inversus » la disposizione del sistema vascolare è specularmente simmetrica a questa, con cuore e seno endostilare situati a sinistra della linea mediana. Parallelamente le gemme del lato sinistro sono più numerose e più resistenti di quelle del lato destro. Nella tabella II sono dati per confronto i risultati dei conteggi delle gemme di destra e di sinistra maturate da un gruppo di colonie a « situs inversus » e da un gruppo di colonie con « situs » normale, sorelle delle prime.

c) Gonadogenesi.

Le colonie dei Botrilli nelle prime generazioni blastogenetiche non presentano gonadi, poi per qualche generazione maturano solo testicoli e finalmente sviluppano gonadi ermafrodite. Testicoli e uova sono riconoscibili al microscopio da dissezione.

Nella gonadogenesi vi è una costante asimmetria fra i due lati del corpo e stavolta è il lato sinistro favorito rispetto al destro: spesso infatti le gonadi sono presenti solo sul lato sinistro, o a sinistra si hanno testicoli più grossi e uova più numerose (Tav. I, fig. 5). Nelle colonie con sito dei visceri invertito è invece il lato destro più produttivo del lato sinistro (Tav. I, fig. 6), come risulta dalla tabella III.

III. - La determinazione del sito dei visceri.

La costante trasmissione del sito dei visceri, normale o invertito, dagli zooidi alle loro gemme aveva già dimostrato un intervento determinante del genitore nell'organogenesi delle sue gemme (Sabbadin, 1956, 1958 *a*, *b*). Poichè era stato visto che l' inversione si poteva ottenere solo in quelle gemme la cui

Tabella III

Numero di uova maturate sui due lati del corpo, e in due generazioni consecutive, dagli zooidi di un gruppo di colonie a « situs inversus viscerum » e da quelli di un gruppo parallelo di colonie a « situs » normale.

colonie a « situs viscerum » normale						colonie con « situs inversus viscerum »					
n. protoc. colonie	n. uova a destra	n. uova a sinistra	n. zooidi con uova solo a destra	n. zooidi con uova solo a sinistra	n. zooidi con uova ai 2 lati	n. protoc. colonie	n. uova a destra	n. uova a sinistra	n. zooidi con uova solo a destra	n. zooidi con uova solo a sinistra	n. zooidi con uova ai 2 lati
3	11	27	0	8	1	2	9	4	6	1	3
61	8	16	4	11	4	34	3	0	3	0	0
80	0	10	1	8	2	57 b	23	9	18	4	5
91	15	45	1	23	14	68 c	16	1	12	0	1
120	1	10	0	8	1	116	5	1	5	1	0
135	3	10	1	8	2	131	30	9	21	2	4
Totale	38	118	7	66	24	Totale	86	24	65	8	13

morfogenesi si svolgeva dopo o durante la regressione dei genitori, si era supposto che l' intervento dei genitori si esplicasse all' inizio della morfogenesi (stadi 4, 5), e che solo in assenza di genitori funzionali si potesse manifestare nelle gemme una certa bipotenzialità nei riguardi del sito dei visceri, che poteva appunto portare alla realizzazione del « situs inversus ».

I dati più numerosi forniti dal nuovo esperimento e da altri esperimenti che verranno ora descritti ripongono in discussione questa interpretazione. Essi fanno ritenere come più probabile che le gemme, all'atto in cui si segregano dalla parete del genitore sotto forma di vescicola chiusa (stadio 3), siano già predeterminate nel loro sviluppo. Le gemme che a partire da questo stadio nel nostro esperimento riprendono tardivamente lo sviluppo e si organizzano con sito dei visceri invertito, sono gemme cadute in atrofia, nelle quali la struttura citologica si era modificata e in cui l'enorme afflusso di materiali dal genitore in regressione è bastante a determinare diverse anomalie dello sviluppo di cui il « situs inversus » è la più notevole.

Il problema del momento della determinazione del sito dei visceri nelle gemme dovrebbe poter essere risolto mediante trapianti delle gemme a vari stadi di sviluppo da zooidi a « situs » normale a zooidi a « situs inversus » e viceversa. Peraltro i tentativi di trapianto fatti finora sono costantemente falliti, o per regressione degli zooidi nei casi in cui si interveniva direttamente sulla loro parete gemmante, o per mancata vascolarizzazione delle gemme trapiantate quando si agiva su gemme già segregate dalla parete stessa.

Per il momento pertanto ci si deve accontentare di informazioni indirette che vengono da altri esperimenti:

a) il « situs viscerum » di gemme sviluppatesi dopo uccisione dei genitori.

Agendo allo stesso stadio di sviluppo della colonia come negli esperimenti di asportazione delle gemme (fig. 2), la gemma destra allo stadio 8 viene uccisa per lacerazione del mantello e svuotamento dei visceri, senza offendere le sue gemme. Queste continuano ad essere alimentate dalla corrente sanguigna che, provenendo dal blastozooide adulto, attraversa il genitore ormai ridotto ad una vescicola ripiena di elementi sanguigni. Queste gemme si sviluppano costantemente con il « situs viscerum » normale della gemma genitrice. Il loro sviluppo sembra pertanto predeterminato fin dai primi stadi. L'esperimento non esclude peraltro una determinazione più tardiva, per via umorale, ad opera del blastozooide adulto della colonia. Questa possibilità è stata saggiata studiando la discendenza per via sessuata di colonie a « situs inversus », e mediante esperimenti di parabiosi.

b) il «situs inversus» non si trasmette dai genitori alle larve.

Nell' ipotesi di un condizionamento del sito dei visceri delle gemme per via umorale ad opera degli zooidi adulti della colonia, sembra legittimo pensare che esso debba verificarsi anche nelle larve che si sviluppano entro il genitore, quando esso è ancora in condizioni di perfetta funzionalità. Come abbiamo già detto, si osserva invece che le colonie a « situs inversus » per via sessuata danno solo individui a « situs » normale.

c) il comportamento delle colonie in condizioni di parabiosi.

Come è stato ricordato all' inizio, due colonie legate da vincoli di parentela, poste vicine, spesso si fondono: i sistemi vascolari delle due colonie si anastomizzano e le due colonie presto divengono un'unità fisiologica, come è rilevabile dal fatto che i loro stadi di sviluppo presto si equiparano, anche se in partenza erano assai diversi. Sfruttando questa possibilità, giovani colonie a « situs » normale costituite dall'oozooide e dalle sue gemme sono state fatte fondere con le colonie genitrici a « situs inversus », e piccole colonie a « situs inversus » sono state fuse con colonie sorelle a « situs » normale di maggiori dimensioni. Le gemme sviluppatesi dopo la fusione hanno sempre presentato il « situs viscerum », normale o invertito, dei genitori. Ciò si è verificato anche nei casi in cui la colonia in esame veniva mutilata del blastozooide adulto, per potenziare l' influenza della colonia parabionte.

In un caso particolare, nell'esperimento di asportazione delle gemme, si è ottenuta una colonia costituita da due zooidi, di cui uno a « situs » normale e uno a « situs inversus ». Le loro gemme hanno dato un sistema misto di individui, parte normali e parte invertiti, e questa situazione si è mantenuta per più generazioni, finchè la porzione a « situs inversus » è scomparsa per mancata maturazione delle gemme.

In conclusione, i fatti ora esposti sembrano indicare che la gemma, al momento della sua segregazione dalla parete del genitore in forma di vescicola chiusa, ha già ricevuto dal genitore l' informazione che ne guiderà lo sviluppo. Nonostante la sua apparente semplicità strutturale essa sembra dunque un sistema complesso, in qualche modo comparabile all'uovo maturo. Ma essa, che rappresenta una continuazione nel tempo della colonia, è in grado di registrare e perpetuare variazioni del genitore, cui l'uovo non è sensibile.

Conclusioni

1) Gemme atrofiche, indotte a riprendere lo sviluppo in seguito all'asportazione delle gemme sorelle già differenziate, in un notevole numero di casi danno individui con « situs inversus viscerum »: il tubo digerente gira alla destra della branchia e il cuore è situato alla sinistra della linea mediana. Si tratta di individui per il resto normali, in grado di moltiplicarsi regolarmente per gemmazione e per via sessuata. Nel presente esperimento l' inversione è stata ottenuta nel 12% dei casi operati, pari al 16% delle colonie sopravvissute. Il rendimento tuttavia varia notevolmente in rapporto al tipo di colonia scelto per l'operazione.

2) L' inversione del sito dei visceri viene trasmessa per via asessuata dai genitori alle loro gemme in tutte le successive generazioni blastogenetiche della colonia. Ciò è stato constatato in alcune colonie per oltre 20 generazioni, per un complesso di parecchie centinaia di individui. L' inversione non si comunica invece alle larve, che si sviluppano entro i genitori.

3) L' inversione del sito dei visceri comporta anche l' inversione nell' intensità della blastogenesi sui due lati del corpo (numero di gemme prodotte e numero di gemme che maturano), la quale, maggiore a destra nelle colonie con « situs » normale, in quelle a « situs inversus » è maggiore a sinistra. Ciò sembra poter essere spiegato in base all' inversione che subisce il sistema vascolare dal quale parte la corrente sanguigna che va alle gemme, più abbondante e più veloce sul lato destro, nelle colonie a « situs » normale in cui il cuore è situato a destra, e sul lato sinistro in quelle a « situs inversus », che hanno il cuore sul lato sinistro.

4) Analogamente, nelle colonie a « situs inversus » è il lato destro che matura più facilmente le gonadi e con un numero maggiore di ovociti che non a sinistra. Ciò è esattamente l' inverso di quanto si verifica nelle colonie con sito dei visceri normale.

5) Piccole gemme in cui non è ancora iniziata la morfogenesi si sviluppano costantemente con lo stesso sito dei visceri delle gemme genitrici, se queste vengono uccise senza compromettere gli zooidi adulti della colonia. Gli zooidi con « situs inversus » non trasmettono questo carattere alle larve che si sviluppano entro di essi. Piccole colonie a « situs inversus » conservano e trasmettono questo carattere attraverso le gemme anche se unite in parabiosi con grosse colonie a « situs » normale. Questi fatti sembrano indicare che il sito dei visceri è già predeterminato nella struttura della giovane gemma che si segrega dalla parete del genitore e non è influenzato da questo per via umorale nel corso della morfogenesi. Ciò modifica parzialmente quanto era stato supposto in precedenza (Sabbadin, 1956, 1958 *a*, *b*).

RIASSUNTO

Nuove colonie a « situs inversus viscerum » sono state ottenute da gemme atrofiche indotte sperimentalmente a svilupparsi. Queste colonie sono state seguite per oltre 20 generazioni blastogenetiche, e ciò ha permesso di confermare la costante trasmissione di questo carattere da generazione a generazione attraverso le gemme.

L'inversione del sito dei visceri implica anche l'inversione dei poteri blastogenetici bilaterali dello zooide, i quali, maggiori a destra nelle colonie con sito dei visceri normale, divengono maggiori a sinistra nelle colonie con sito invertito. Questo aspetto è stato studiato quantitativamente e sembra spiegabile in base allo spostamento del cuore dal lato destro a quello sinistro. Analogamente, per quanto riguarda la gonadogenesi, nelle colonie a « situs inversus » il lato destro si trova favorito rispetto al sinistro per la più precoce comparsa e maturazione delle gonadi e per il numero maggiore di uova prodotte, all'opposto di quanto si verifica nelle colonie con sito normale.

Il problema della determinazione del sito dei visceri viene affrontato su nuove basi sperimentali. Giovani gemme che non hanno ancora iniziato la morfogenesi, appartenenti a colonie con sito dei visceri normale, si sviluppano costantemente con sito normale se le gemme genitrici vengono uccise senza compromettere i blastozooidi adulti della colonia. Individui adulti con « situs inversus » non trasmettono questo carattere alle larve che si sviluppano entro di essi. Piccole colonie a « situs inversus », unite in parabiosi con grosse colonie a sito normale, danno costantemente gemme con il loro stesso « situs inversus », e reciprocamente si hanno sempre gemme a « situs » normale da piccole colonie normali fuse con colonie a « situs inversus ».

Questi fatti sembrano indicare che il sito dei visceri è già predeterminato nella struttura della giovane gemma indifferenziata, e non è indotto dalla gemma genitrice o dagli individui adulti della colonia durante la morfogenesi.

SUMMARY

Further investigations on the experimental reversal of « situs viscerum » in *Botryllus schlosseri* (Ascidiacea)

New colonies with « situs inversus viscerum » were obtained from atrophic buds, whose development was experimentally induced. These colonies have been raised for more than 20 blastogenic generations and this character has been constantly transmitted through the buds from one generation to the next.

The reversal of « situs viscerum » of the zooids also involves the reversal of the blastogenic powers of the two body sides. They become higher on the left side, whereas they are higher on the right side by normal zooids. A quantitative study of this point is given and an explanation is attempted, based on the different position of the heart by the zooids of the two types. In a similar way also the reversal of the gonadogenic powers of the two body sides is found. By the colonies with inverted « situs viscerum » the left side is more productive than the right, as to both the first appearance and maturation of the gonads and the number of eggs. The opposite is true with the normal colonies.

Special attention is given to the problem of the determination of « situs viscerum » on the basis of new experimental data. The young buds of normal zooids, by which morphogenesis has not yet started, always develop in zooids with a normal « situs viscerum », when the parental buds are killed vithout injuring the adult zooids of the colony. The adult zooids with inverted « situs viscerum » do not transmit this character to the larvae developing inside them. Small colonies with « situs inversus viscerum » fused in parabiosis with large normal colonies always give raise to buds with « situs inversus viscerum » and only buds with normal « situs viscerum » are produced by normal colonies fused with inverted colonies.

These data support the view that « situs viscerum » is already predetermined in the structure of the undifferentiated bud and is not induced during morphogenesis by the parental buds or the adult zooids of the colony.

BIBLIOGRAFIA

OKA, H. e WATANABE, H., 1957. Colony-specificity in compound Ascidians, as tested by fusion experiments. Proc. Imp. Acad. Japan, *33*, 657-659.

SABBADIN, A., 1955. Osservazioni sullo sviluppo, l'accrescimento e la riproduzione di *Botryllus schlosseri* (Pallas), in condizioni di laboratorio. Boll. Zool., *22*,243-263.

SABBADIN, A., 1956. « Situs inversus viscerum » provocato sperimentalmente in *Botryllus schlosseri* (Pallas). R. C. Accad. Lincei, *20*, 659-666.

SABBADIN, A., 1958, *a*. Analisi sperimentale dello sviluppo delle colonie di *Botryllus schlosseri* (Pallas). Arch. Ital. Anat. Embriol., *63*, 178-221.

SABBADIN, A., 1958, *b*. Regulative powers and the determination of « situs viscerum » in the buds of *Botryllus schlosseri* (Pallas). XVth Int. Congr. Zool., Sect. VII, Pap. 32.

SABBADIN, A., 1960. Ulteriori osservazioni sull'allevamento e sulla biologia dei Botrilli in condizioni di laboratorio. Arch. Oceanogr. Limnol., *12*, 97-107.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA

FIG. 1 e 5. - Sistemi di zooidi appartenenti a due colonie con « situs viscerum » normale. In ciascun individuo il tubo digerente (i) è situato alla sinistra della linea mediana che è indicata dall'endostilo (e). Nella Fig. 5 sono riconoscibili le gonadi (go), presenti solo sul lato sinistro degli zooidi.

FIG. 2, 3 e 6. - Sistemi di zooidi appartenenti a tre colonie con « situs inversus viscerum ». Il tubo digerente (i) è situato alla destra della linea mediana indicata dall'endostilo (e). Nella Fig. 6 sono riconoscibili i testicoli (t), presenti solo a destra o con maggiori dimensioni a destra, e nelle gemme (g) sono riconoscibili le uova (o), presenti solo a destra.

FIG. 4. - Frammenti di tre colonie, a contatto fra loro mediante le rispettive ampolle (a_1, a_2, a_3).


1
i
e
i
2
i
e
3
i
e
4
a1
a3
a2
5
go
6
t
g
o

Bruno Battaglia

Istituto di Zoologia e Anatomia comparata e Stazione Idrobiologica (Chioggia) dell' Università di Padova
Direttore: Prof. U. D'Ancona

RICERCHE SULL'AZIONE DELLA SELEZIONE NATURALE IN POPOLAZIONI SPERIMENTALI DI UN COPEPODE MARINO (1)

Introduzione

Tra gli animali marini che possono essere utilmente impiegati per ricerche di carattere genetico, il Copepode *Tisbe reticulata* Bocquet si è rivelato una delle specie più promettenti. Altri invertebrati marini erano stati prima di *Tisbe* allevati con successo (cfr. Bacci, 1950; Ray, 1958) e di qualcuno era stata studiata anche la genetica mendeliana (*Gammarus*, Sexton e Clark, 1936; Williamson, 1951; *Sphaeroma*, Bocquet, Levi e Teissier, 1951) utilizzando ove possibile quel fenomeno — così significativo dal punto di vista evolutivo — che è il polimorfismo.

Nella scelta di un materiale che si presti a ricerche genetico-evolutive, occorre tener conto di certi fondamentali requisiti. Secondo Ray (1958) è opportuno che 1) l'animale prescelto sia abbastanza resistente, 2) conduca vita sedentaria o bentonica, 3) si tratti di una specie già selezionata dalla natura per tollerare condizioni fluttuanti, 4) abbia una breve vita larvale. Il copepode *Tisbe reticulata* soddisfa tutte queste condizioni; in più è dotato di uno spiccato policromatismo il cui determinismo genetico, per la *Tisbe* della laguna veneta, è stato accertato con una serie di ricerche (Battaglia, 1958, 1959) nel corso delle quali si potè anche stabilire che, almeno in certe condizioni d'ambiente, tale polimorfismo è bilanciato. Per esempio, un grado di affollamento sufficientemente elevato consente di mettere in evidenza la più alta vitalità di alcune combinazioni eterozigoti in confronto con i rispettivi omozigoti. Questo risultato era stato raggiunto mediante l'analisi della F_2 di alcuni tipi di incrocio, prendendo in esame la discendenza di numerose femmine, isolate singolarmente in recipienti diversi. Rimaneva però aperta la questione della possibilità o meno di conseguire risultati simili anche in espe-

(1) Lavoro eseguito con contributi del Centro Nazionale di Studi Talassografici del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

rimenti con popolazioni artificiali, costituite da un miscuglio di genotipi differenti e preparate in modo tale da potere essere mantenute per un numero di generazioni praticamente illimitato.

Il problema viene affrontato nel presente lavoro che costituisce un primo tentativo di ricerca sull'ecologia e l'evoluzione di invertebrati marini eseguita al livello di popolazioni sperimentali.

Utilizzando il metodo che verrà esposto nelle pagine seguenti ci si propone di affrontare diversi problemi di genetica ed ecologia di popolazioni che in *Tisbe* erano stati prima d'ora soltanto sfiorati (Battaglia, 1960).

Problemi e metodi nello studio di popolazioni sperimentali

Lo studio sperimentale di popolazioni artificiali di diverse specie animali fu inizialmente affrontato con lo scopo di chiarire alcune questioni di carattere prevalentemente ecologico e demografico (dinamica di popolazioni, fenomeni di competizione intra- e interspecifica, ecc.). Sotto questo aspetto sono da ricordare anzitutto le fondamentali ricerche di Pearl (1926) su *Drosophila*, con le quali venivano per la prima volta portati sul terreno della sperimentazione i problemi biologici e matematici dell'accrescimento di popolazioni. Sono ormai classiche anche le ricerche eseguite da Gause (1934) su *Paramecium aurelia* e *caudatum* al fine di saggiare sperimentalmente la teoria logistica.

Anche alcuni Coleotteri appartenenti ai generi *Tribolium* e *Calandra* sono stati spesso oggetto di studio in popolazioni artificiali. La complessità del ciclo biologico di questi animali ne rende difficile l'analisi ed assai più ardua la valutazione dei reperti se si faccia il confronto con le condizioni relativamente semplici degli esperimenti di Gause sui Parameci. In esperienze su *Tribolium confusum* e *T. castaneum* (Chapman, 1931; Holdaway, 1932; Park, 1948) furono fatti variare importanti fattori ambientali come la quantità d'alimento, la temperatura, l'umidità.

In molti di questi casi le curve d'accrescimento non sono conformi alla curva logistica. Non sempre infatti viene raggiunto un asintoto, come richiesto dalla teoria, osservandosi invece una serie di lente oscillazioni nella densità della popolazione. Simili oscillazioni furono riscontrare in altri Insetti, come *Calandra oryzae* e *Rhizopertha dominica* (Birch, 1953, 1953 *a*), *Callosobruchus chinensis* (Utida, cfr. Andrewartha e Birch, 1954), *Lucilia cuprina* (Nicholson, 1950). Sembra che, almeno in *Drosophila melanogaster* (Carson, comunicazione personale), esse possano essere dovute ad un'instabile distribuzione delle classi d'età nella popolazione.

Ricerche su popolazioni sperimentali sono state condotte anche con ani-

mali acquatici, in particolare Cladoceri (*Daphnia magna*, Pratt, 1943; *Daphnia obtusa*, Slobodkin, 1954; *Simocephalus vetulus*, Frank, 1952). Esse hanno tra l'altro fornito interessanti risultati circa l'influenza della densità di popolazione sulla fecondità e fertilità, durata della vita larvale, longevità, ed altre caratteristiche biologiche.

Di popolazioni artificiali si è fatto utile impiego per ricerche sulla predazione e la competizione. Sono da ricordare, oltre ai già citati lavori di Gause (*Paramecium caudatum* e *aurelia*), Park (*Tribolium castaneum* e *confusum*), Birch (*Calandra* e *Rhizopertha*), Frank (*Daphnia* e *Simocephalus*); quelli di Crombie (1944 e segg.) su *Rhizopertha* e *Sitotroga*, e di Leslie (1957) sui fenomeni di competizione interspecifica nei Parameci. Molte di queste ricerche hanno preso spunto dai modelli matematici di Volterra (1926) e Lotka (1932). I varî problemi concernenti la dinamica di popolazioni animali, sia naturali che artificiali, hanno trovato ampia e dettagliata trattazione nelle recenti monografie di D'Ancona (1954), Lack (1954), Andrewartha e Birch (1954).

Un altro indirizzo riguarda l'utilizzazione di popolazioni sperimentali per indagini di carattere genetico. Trattasi comunque di un indirizzo strettamente collegato con il primo di cui abbiamo parlato, essendo ovvia l'interdipendenza dei due aspetti, quello ecologico e quello genetico, in ricerche tendenti a mettere in luce i meccanismi della selezione e della microevoluzione.

Il lavoro di L'Héritier e Teissier (1933) su popolazioni artificiali di *Drosophila melanogaster* ha fornito una prima dimostrazione di come la selezione naturale può operare su differenze dovute ad un singolo gene. Successivamente altri Autori, tra i quali in particolare Dobzhansky (1951), hanno studiato sperimentalmente le variazioni nella frequenza di geni o di ordinamenti cromosomici, dovute a selezione, in altre specie di *Drosophila* allevate in cassette di popolazioni. Si tratta di cassette di legno e vetro (Wright e Dobzhansky, 1946) nelle quali la quantità di alimento è tenuta relativamente costante. In tali condizioni, mantenendo costanti anche altri fattori ambientali come la temperatura e l'umidità, la popolazione raggiunge un livello approssimativamente stazionario e ciò indipendentemente dal numero di drosofile introdotte inizialmente nella cassetta. L'entità della popolazione adulta è così condizionata dalla quantità di alimento disponibile. Wiedemann (1936), Kalmus (1945), Reed e Reed (1948) ed altri Autori introdussero alcune modifiche a questa tecnica, non sempre tuttavia consigliabili.

Più recentemente Buzzati-Traverso (1947) ha descritto un nuovo metodo, più laborioso dei precedenti ma in grado di fornire un maggior numero di informazioni sulla dinamica delle popolazioni studiate. Con questo metodo, basato sul periodico trasferimento delle drosofile da un recipiente all'altro, la popolazione si accresce sino al massimo consentito dal cibo e dallo spazio a disposizione, rimanendo poi sufficientemente stabilizzata.

Ricerche su popolazioni sperimentali di *Tisbe reticulata*

a) Metodo impiegato.

Il problema del mantenimento di popolazioni sperimentali di *Tisbe* presentava sin dall'inizio complesse difficoltà tecniche. I modelli impiegati per la drosofila non si possono applicare a *Tisbe* per diversi motivi. In primo luogo, una popolazione artificiale che di solito consiste in un gruppo non molto numeroso di individui conviventi nello stesso recipiente può presentare un certo grado di consanguineità. Il copepode *Tisbe reticulata* ed altre specie dello stesso genere sono particolarmente sensibili ad ogni incremento della consanguineità, la quale manifesta i suoi effetti dannosi in duplice modo: 1) riducendo assai presto e drasticamente la fecondità e 2) comportando una notevole diminuzione nel numero delle femmine. I due eventi, a lungo andare, concorrono all'estinzione della popolazione come è dimostrato dal fallimento di tutti i tentativi precedenti nei quali non veniva tenuto conto delle gravi limitazioni imposte da un livello di consanguineità di una certa entità. Altre cause di estinzione sono date dall'accumulo di materiali in decomposizione, prevalentemente costituiti da residui alimentari, spoglie di animali morti e da particelle fecali, nei recipienti ove vengono allevati i copepodi.

Per ovviare ai suddetti inconvenienti si è cercato di stabilire un metodo che — tramite una periodica rottura dell'inincrocio e un frequente trasferimento della popolazione in recipienti contenenti acqua pulita e alimento fresco — permettesse di tenere in vita la popolazione stessa per un tempo illimitato.

Il metodo usato consiste nel mantenere la popolazione suddivisa in un certo numero di recipienti e di trasferire periodicamente una serie di campioni di essa, dopo tempi corrispondenti all'incirca a quelli di una generazione, in una nuova serie di recipienti in modo però che in questi ultimi vengano a trovarsi insieme animali di diversa provenienza.

In pratica l'esperimento, i cui risultati vengono riferiti nel presente lavoro, è stato condotto nel modo seguente. Sono stati inizialmente preparati cinque recipienti (capsule di vetro di 6 cm d'altezza e 10 cm di diametro) secondo il metodo da noi correntemente impiegato per le culture di massa di Copepodi Harpacticoidi (Battaglia, 1959), rispettivamente contraddistinti con le lettere A, B, C, D, E. Le culture sono state iniziate ponendo in ciascun recipiente 30 femmine ovigere omozigoti per il gene *violacea* ($V^V V^V$) e 30 femmine omozigoti per il gene *maculata* ($V^M V^M$). Per l'esperimento sono stati impiegati i ceppi in allevamento nel nostro laboratorio, tutti provenienti dalla popolazione della laguna di Venezia.

Dopo circa 1 mese nelle culture era presente il terzo genotipo, l'eterozigote *violacea-maculata* ($V^V V^M$), individuabile fenotipicamente (Battaglia, 1958). Ogni 20 giorni circa si è proceduto al trasferimento della popolazione in nuovi

recipienti. Più precisamente, il trasferimento veniva eseguito prelevando dal recipiente A cinque pipettate di acqua contenenti un campione degli animali presenti. L'accorgimento più importante a questo punto consiste nel prelevare gli animali stessi a caso, così che nel campione siano rappresentati nel modo più completo possibile i tre genotipi dei due sessi e tutte le classi di età. Un accertamento in questo senso è stato eseguito mediante conteggi statistici del materiale preso con una serie di pipettate.

Altre cinque pipettate venivano prelevate con analogo procedimento dal recipiente B. Con gli animali provenienti dai recipienti A + B veniva preparato il recipiente A_1, con quelli dei recipienti B + C il recipiente B_1, e così via secondo lo schema riportato nella figura 1.

Tale procedimento permette l'effettuarsi di una completa rotazione dopo cinque trasferimenti, cioè dopo circa 100 giorni. Di questo esperimento è stata eseguita una replica parallela con una popolazione (popol. n. 2) di identica composizione iniziale suddivisa in un'altra serie di recipienti.

Poco dopo il prelevamento delle dieci pipettate da ciascun recipiente, i copepodi adulti rimasti (maschi e femmine) venivano uccisi con alcool e classificati in base al fenotipo. Quest'operazione deve essere eseguita il più rapi-

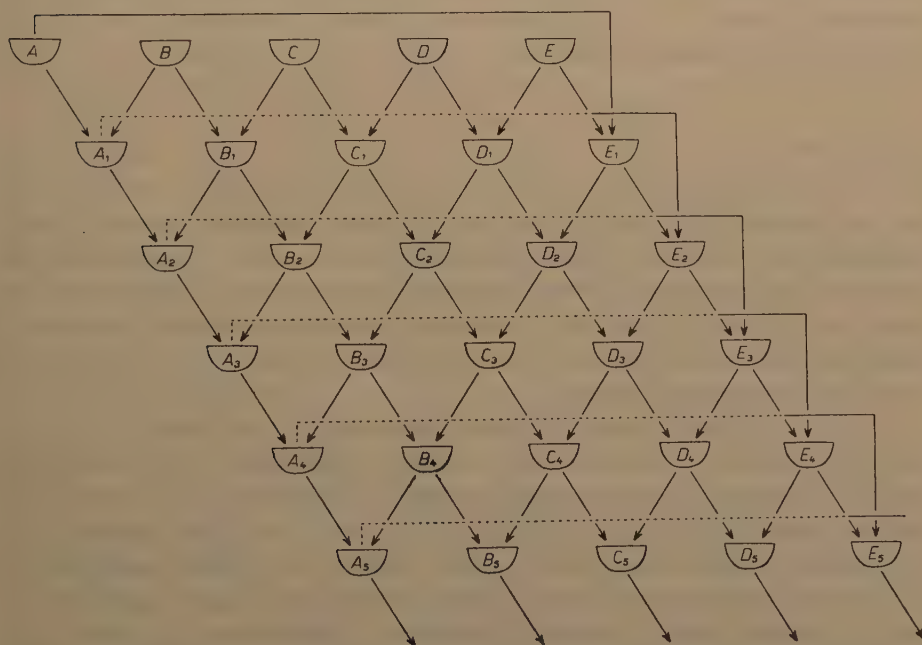


FIG. 1. - Rappresentazione schematica della tecnica usata per allevare popolazioni sperimentali di *Tisbe*. I recipienti sono indicati con le lettere A-E. Le frecce che si dipartono dai diversi recipienti indicano quali di essi sono impiegati per i successivi trasferimenti. Ulteriori spiegazioni nel testo

damente possibile per evitare che un lungo contatto con alcool renda irriconoscibile il tipo di pigmentazione.

Le popolazioni sono state allevate alla temperatura di 18°C, in acqua di mare con salinità di 34-35 p. mille, con una punta minima del 31 p. mille nel marzo 1960.

b) Risultati.

Gli esperimenti sono stati iniziati il 26 agosto 1959. I risultati qui esposti, parte dei quali oggetto di una precedente nota (BATTAGLIA e LAZZARETTO, 1960), si riferiscono a 20 serie di conteggi — 10 per ciascuna delle due popolazioni in allevamento — l'ultimo dei quali effettuato il 5-5-1960. Nei 253 giorni trascorsi dall'inizio dell'esperimento si sono susseguite dalle 17 alle 18 generazioni. I conteggi, tuttavia, sono stati effettuati soltanto in occasione di 10 trasferimenti. Ciascun conteggio corrisponde alla somma degli animali rinvenuti nei cinque recipienti in cui è suddivisa una popolazione. I risultati sono riportati nelle tabb. I-IV. Partendo dal presupposto che, per quanto riguarda il tipo di colorazione, la popolazione sia panmittica, gli zigoti prodotti devono comprendere omozigoti ed eterozigoti nelle proporzioni indicate dalla formula di Hardy-Weinberg. Nel caso particolare, sia p la frequenza dei gameti contenenti l'allele V^V e q la frequenza dei gameti contenenti l'allele V^M, gli omozigoti e gli eterozigoti dovranno avere le frequenze seguenti:

$$p^2\, V^V V^V \;:\; 2\,pq\, V^V V^M \;:\; q^2\, V^M V^M$$

Dalle frequenze zigotiche osservate, le quali corrispondono alle frequenze dei tre fenotipi, sono state ricavate le frequenze gametiche e queste ultime sono state utilizzate per il calcolo delle frequenze teoriche. I valori del χ^2 si riferiscono alla significatività statistica delle differenze tra le frequenze osservate e quelle teoriche. Dato che le frequenze gametiche come pure le frequenze zigotiche teoriche sono ricavate dalle frequenze zigotiche osservate, ciascun χ^2 ha un solo grado di libertà.

I dati delle tabelle sono computati prendendo in considerazione gli individui di entrambi i sessi, sommati insieme. Cominciamo con l'esaminare i risultati dei conteggi effettuati nella popolazione n. 1 (tab. I). Solo in tre casi (conteggi eseguiti il 4-XI-59, 13-XI-59 e 22-III-60) le frequenze osservate non si discostano significativamente da quelle teoriche. In un caso (conteggio del 3-XII-59) lo scostamento è ai limiti della significatività, mentre negli altri sei casi le differenze sono altamente significative. C'è tuttavia da rilevare che nella totalità dei casi lo scostamento è dovuto ad una deficienza degli individui omozigoti e ad un eccesso degli eterozigoti $V^V V^M$. La significatività complessiva di questo scostamento è dimostrata dall'alto valore del χ^2 totale (75,2; P, per 10 gradi di libertà, $< 0{,}001$).

TABELLA I

POPOLAZIONE N. 1 - Frequenze zigotiche e gametiche negli adulti dei due sessi appartenenti ai genotipi *violacea* ($V^V V^V$), *violacea-maculata* ($V^V V^M$) e *maculata* ($V^M V^M$).

Data del conteggio	Frequenze zigotiche				χ^2 e P	Frequenze gametiche (in %)	
		$V^V V^V$	$V^V V^M$	$V^M V^M$		V^V	V^M
	Oss.	64	168	50		52,5	47,5
14-X-59	Teor.	77,72	140,66	63,62	10,65		
	Diff.	—13,72	+27,34	—13,62	< *0,01*		
	Oss.	131	278	144		48,8	51,2
4-XI-59	Teor.	131,67	276,39	144,94	0,018		
	Diff.	— 0,67	+ 1,61	— 0,94	> *0,8*		
	Oss.	69	111	42		56,1	43,9
13-XI-59	Teor.	69,86	109,36	42,78	0,049		
	Diff.	— 0,86	+ 1,64	— 0,78	> *0,8*		
	Oss.	70	177	72		49,7	50,3
3-XII-59	Teor.	78,80	159,50	80,70	3,84		
	Diff.	— 8,80	+17,50	— 8,70	*0,05*		
	Oss.	44	236	123		40,2	59,8
27-XII-59	Teor.	65,13	193,76	144,11	19,15		
	Diff.	—21,13	+42,24	—21,11	< *0,001*		
	Oss.	15	78	31		43,6	56,4
1-II-60	Teor.	23,57	60,98	39,45	9,67		
	Diff.	— 8,57	+17,02	— 8,45	< *0,01*		
	Oss.	62	192	97		45,0	55,0
1-III-60	Teor.	71,08	173,74	106,18	3,87		
	Diff.	— 9,08	+18,26	— 9,18	< *0,05*		
	Oss.	22	104	81		35,7	64,3
22-III-60	Teor.	26,37	95,06	85,57	1,81		
	Diff.	— 4,37	+ 8,94	— 4,57	> *0,10*		
	Oss.	18	102	46		41,6	58,4
12-IV-60	Teor.	28,72	80,66	56,62	11,64		
	Diff.	—10,72	+21,34	—10,62	< *0,001*		
	Oss.	31	178	98		39,1	60,9
5-V-60	Teor.	46,94	146,19	113,87	14,54		
	Diff.	—15,94	+31,81	—15,87	< *0,001*		

TABELLA II

POPOLAZIONE N. 1 - Frequenze zigotiche e gametiche nelle femmine adulte dei tre genotipi.

Data del conteggio	Frequenze zigotiche				χ^2 e P	Frequenze gametiche (in %)	
		$V^V V^V$	$V^V V^M$	$V^M V^M$		V^V	V^M
	Oss.	50	165	18		56,9	43,1
14-X-59	Teor.	75,45	114,26	43,29	45,89		
	Diff.	—25,45	+50.74	—25,29	< *0,001*		
	Oss.	109	243	75		54,0	46,0
4-XI-59	Teor.	124,52	212,13	90,35	9,03		
	Diff.	—15,52	+30,87	—15,35	< *0,01*		
	Oss.	53	94	18		60,6	39,4
13-XI-59	Teor.	60,59	78,80	25,61	6,14		
	Diff.	— 7,59	+15,20	— 7,61	< *0,02*		
	Oss.	63	169	61		50,4	49,6
3-XII-59	Teor.	74,42	146,50	72,08	6.91		
	Diff.	—11,42	+22,50	—11,08	< *0.01*		
	Oss.	43	222	90		43,4	56.6
27-XII-59	Teor.	66,85	174,41	113,74	26,45		
	Diff.	—23.85	+47.59	—23,74	< *0,001*		
	Oss.	13	71	21		46,2	53,8
1-II-60	Teor.	22,40	52,20	30,40	13,62		
	Diff.	— 9,40	+18,80	— 9,40	< *0,001*		
	Oss.	45	147	48		49,4	50,6
1-III-60	Teor.	58,56	120,00	61,44	12,15		
	Diff.	—13,56	+27,00	—13,44	< *0,001*		
	Oss.	12	88	55		36,1	63,9
22-III-60	Teor.	20,19	71,52	63,29	8,20		
	Diff.	— 8,19	+16,48	— 8,29	< *0,01*		
	Oss.	14	87	29		44,2	55,8
12-IV-60	Teor.	25,40	64,12	40,48	16,54		
	Diff.	—11,40	+22,88	—11,48	< *0,001*		
	Oss.	18	161	66		40,2	59,8
5-V-60	Teor.	39,59	117,80	87,61	32,95		
	Diff.	—21,59	+43,20	—21,61	< *0,001*		

La situazione non è molto dissimile nella popolazione sperimentale n. 2 (tab. III). In quattro casi su dieci si osserva eccesso di omozigoti e difetto di eterozigoti (conteggi del 4-XI-59, 13-XI-59, 1-III-60 e 22-III-60) ma solo in un caso il difetto è statisticamente significativo (conteggio del 4-XI-59). Gli altri sei conteggi mostrano eccesso di eterozigoti e difetto di omozigoti, scostamenti che solo in due casi non sono significativi. Ripartendo questi dati in due gruppi, l'uno con eccesso l'altro con difetto di eterozigoti, vediamo che l'eccesso nel primo gruppo è altamente significativo (χ^2 totale = 47,7; P, per 6 gr. lib., < 0,001) mentre il difetto di eterozigoti osservato nel secondo gruppo non raggiunge il livello della significatività statistica (χ^2 totale=5,7; P, per 4 gr. lib., = 0,3 — 0,2). Si può pertanto concludere che anche nella seconda popolazione sperimentale si tende ad un sensibile eccesso di eterozigoti rispetto ai valori teorici.

Gli scostamenti dei valori osservati da quelli teorici risultano ancora più evidenti dai dati delle tabelle II e IV, nelle quali vengono presi in considerazione solo gli animali di sesso femminile. Nella popolazione n. 1 (tab. II) in dieci casi su dieci gli scostamenti sono dovuti ad eccesso di eterozigoti e sono sempre significativi. Nella popolazione n. 2 tutti i conteggi hanno rivelato un eccesso di eterozigoti, non significativo in appena due casi su dieci (χ^2 totale = 151,7; P, per 10 gr. lib., < 0,001).

Le variazioni delle frequenze geniche sono anche riportate in grafico nella fig. 2. È evidente l'andamento quasi parallelo delle due serie di osservazioni, ciascuna delle quali si riferisce ad una popolazione. L'argomento sarà ripreso, con maggiori dettagli, nel corso della discussione.

Un'ultima osservazione riguarda i rapporti-sessi nelle popolazioni sperimentali al momento in cui sono stati effettuati i conteggi. Come risulta dalle tabelle V e VI, il rapporto-sessi è in tutti i casi a favore delle femmine. Consideriamo i dati in dettaglio. Nella popolazione n. 1, tenendo conto sia degli omozigoti ($V^V V^V + V^M V^M$) che degli eterozigoti ($V^V V^M$) la percentuale media osservata di maschi nei due conteggi è di 20, con un minimo di 8,1 ed un massimo di 31,6. Distinguendo invece i rapporti-sessi tra gli omozigoti e tra gli eterozigoti, i due gruppi presentano sensibili differenze. Nel primo caso, infatti, la percentuale media osservata di maschi è di 31,2, nel secondo caso di 10,9. Le cose vanno in maniera assai simile nella popolazione n. 2, le cui percentuali medie osservate di maschi nel totale omozigoti + eterozigoti, tra gli omozigoti e tra gli eterozigoti sono rispettivamente eguali a 21,4, 32,5 e 11,2. Tra gli omozigoti, pertanto, il numero relativo di maschi è notevolmente superiore rispetto agli eterozigoti, e ciò spiega le differenze tra gli scostamenti dai valori teorici quando si prendono in considerazione i due sessi cumulativamente (tabb. I e III) o quando si considerano le sole femmine (tabb. II e IV).

TABELLA III

POPOLAZIONE N. 2 - Frequenze zigotiche e gametiche negli adulti (♂♂ + ♀♀) dei tre genotipi.

Data del conteggio	Frequenze zigotiche				χ^2 e P	Frequenze gametiche (in %)	
		$V^V V^V$	$V^V V^M$	$V^M V^M$		V^V	V^M
	Oss.	72	196	68		50,6	49,4
14-X-59	Teor.	86,02	168,00	81,98	9,33		
	Diff.	—14,02	+28,00	—13,98	< *0,01*		
	Oss.	241	307	138		57,5	42,5
4-XI-59	Teor.	226,79	335,32	123,89	4,89		
	Diff.	+14,21	—28,32	+14,11	< *0,05*		
	Oss.	81	88	24		64,8	35,2
13-XI-59	Teor.	81,04	88,05	23,91	0,00		
	Diff.	— 0,04	— 0,05	+ 0,09	> *0,98*		
	Oss.	91	161	63		54,5	45,5
3-XII-59	Teor.	93,56	156,24	65,20	0,29		
	Diff.	— 2,56	+ 4,76	— 2,20	> *0,5*		
	Oss.	96	258	72		52,8	47,2
27-XII-59	Teor.	118,77	212,32	94,91	19,72		
	Diff.	—22,77	+45,68	—22,91	< *0,001*		
	Oss.	26	64	19		53,2	46,8
1-II-60	Teor.	30,85	54,28	23,87	3,49		
	Diff.	— 4,85	+ 9,72	— 4,87	> *0,05*		
	Oss.	96	180	102		49,2	50,8
1-III-60	Teor.	91,51	188,93	97,56	0,84		
	Diff.	+ 4,49	— 8,93	+ 4,44	> *0,3*		
	Oss.	53	133	87		43,8	56,2
22-III-60	Teor.	52,36	134,49	86,21	0,03		
	Diff.	+ 0,64	— 1,43	+ 0,79	> *0,8*		
	Oss.	47	185	87		43,7	56,3
12-IV-60	Teor.	60,93	156,95	101,12	10,17		
	Diff.	—13,93	+28,05	—14,12	< *0,01*		
	Oss.	55	188	99		43,6	56,4
5-V-60	Teor.	65,01	168,20	108,79	4,75		
	Diff.	—10,01	+19,80	— 9,79	< *0,05*		

Discussione dei risultati

I risultati della presente ricerca indicano innanzi tutto la validità del metodo adottato per il mantenimento delle popolazioni di *Tisbe reticulata*. Le due popolazioni sperimentali iniziate il 26 agosto dello scorso anno sono tuttora — a distanza di oltre 10 mesi — in perfette condizioni. Esse non mostrano alcun segno di esaurimento, nè traccia di quell'incremento nel numero dei maschi che, nei tentativi precedenti, aveva in ogni caso portato l'esperimento all'insuccesso. Il metodo non è tuttavia privo di limitazioni, il difetto principale consistendo nel numero non molto elevato di individui presenti in ciascun dei recipienti in cui la popolazione stessa è ripartita. Questa condizione, come è noto, può lasciare un certo margine alle fluttuazioni casuali nella frequenza di un gene. Inoltre, pur mantenendo costanti alcuni importanti fattori dell'ambiente, come la salinità e la temperatura, non è possibile evitare sensibili oscillazioni nelle dimensioni della popolazione. Le oscillazioni sono una conseguenza implicita nel metodo adottato poiché le culture iniziate in occasione dei trasferimenti periodici constano in media di 200-250 individui (ciascuna pipettata contenendo dai 20 ai 25 individui) mentre dopo pochi giorni ogni recipiente può contenere dagli 800 ai 1.200 individui di tutte le età. L'inconveniente principale consiste dunque nell'impossibilità di mantenere stazionarie le dimensioni della popolazione; il metodo, peraltro, se applicato con le dovute riserve e con sufficiente critica, rimane abbastanza valido essendo in grado di fornire un quadro soddisfacente dell'andamento dei fenomeni selettivi. Si considerino, a questo proposito, i risultati dei dieci conteggi (tabb. I-IV) eseguiti in ciascuna delle due popolazioni sperimentali. Essi dimostrano chiaramente l'esistenza di processi di selezione che favoriscono gli eterozigoti. Questo reperto conferma quanto già trovato con l'impiego di un metodo diverso (Battaglia, 1958) e in base al quale era stata stabilita la natura bilanciata del polimorfismo in *Tisbe*. Le deviazioni dai rapporti richiesti dalla formula di Hardy-Weinberg degli omozigoti e degli eterozigoti contati tra gli adulti componenti la popolazione, costituiscono una prova della sopravvivenza differenziale dei tre genotipi. La mortalità selettiva a svantaggio degli omozigoti avrebbe luogo tra lo stadio di uovo e quello di adulto, senza che sia possibile precisarne meglio il momento.

Abbiamo visto che gli scostamenti dei valori osservati da quelli calcolati mediante la formula di Hardy-Weinberg sono più grandi quando vengono prese in considerazione le sole femmine. Ciò sembra indicare che la selezione agisce in modo diverso nei due sessi, favorendo tra i maschi gli individui omozigoti, tra le femmine gli individui eterozigoti. Non sempre tuttavia l'eccesso di maschi tra gli omozigoti e di femmine tra gli eterozigoti sarebbe dovuto a mortalità selettiva, poiché simili scostamenti, se pure in misura minore, si osservano anche quando gli animali si sviluppano in condizioni ottimali, con mor-

TABELLA IV

POPOLAZIONE N. 2 - Frequenze zigotiche e gametiche nelle femmine adulte dei tre genotipi.

Data del conteggio	Frequenze zigotiche				χ^2 e P	Frequenze gametiche (in %)	
		$V^V V^V$	$V^V V^M$	$V^M V^M$		V^V	V^M
	Oss.	66	191	21		58,1	41,9
14-X-59	Teor.	93,85	135,33	48,82	47,02		
	Diff.	—27,85	+55,67	—27,82	$< 0,001$		
	Oss.	189	251	74		61,2	38,8
4-XI-59	Teor.	192,49	244,15	77,36	0,40		
	Diff.	— 3,49	+ 6,85	— 3,36	$> 0,5$		
	Oss.	64	76	14		66,2	33,8
13-XI-59	Teor.	67,48	68,93	17,59	1,64		
	Diff.	— 3,48	+ 7,07	— 3,59	$> 0,2$		
	Oss.	76	148	37		57,5	42,5
3-XII-59	Teor.	86,28	127,58	47,10	6,67		
	Diff.	—10,28	+20,42	—10,14	$< 0,01$		
	Oss.	91	254	64		53,3	46,7
27-XII-59	Teor.	116,20	203,60	89,20	27,12		
	Diff.	—25,20	+50,40	—25,20	$< 0,001$		
	Oss.	26	63	15		55,3	44,7
1-II-60	Teor.	31,80	51,42	20,78	5,27		
	Diff.	— 5,80	+11,58	— 5,78	$< 0,05$		
	Oss.	60	139	40		54,2	45,8
1-III-60	Teor.	70,20	118,70	50,10	6,99		
	Diff.	—10,20	+20,30	—10,10	$< 0,01$		
	Oss.	32	122	50		45,6	54,4
22-III-60	Teor.	42,41	101,20	60,39	8,62		
	Diff.	—10,41	+20,80	—10,39	< 0.01		
	Oss.	35	155	56		45,7	54,3
12-IV-60	Teor.	51,37	122.11	72,52	17,84		
	Diff.	—16,37	+32,89	—16,52	$< 0,001$		
	Oss.	26	163	56		43,9	56,1
5-V-60	Teor.	47,21	120,69	77,10	30,13		
	Diff.	—21,21	+42,31	—21,10	$< 0,001$		

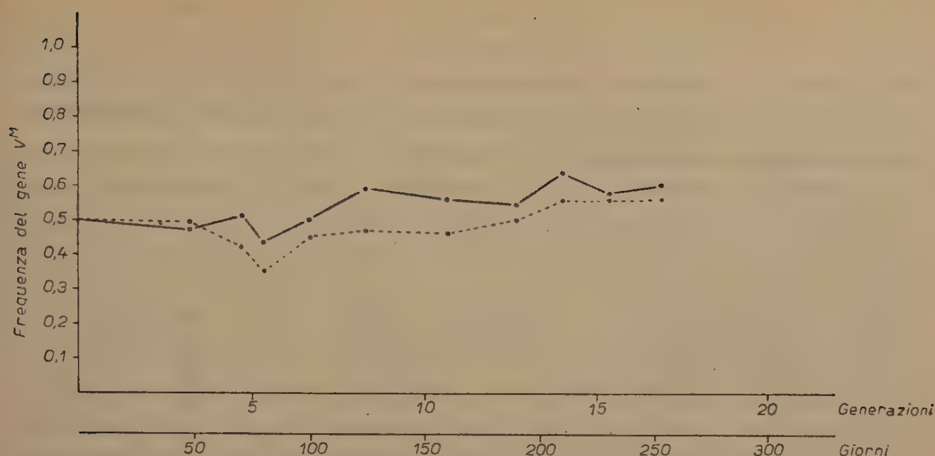


Fig. 2. - Fluttuazioni delle frequenze geniche osservate nel corso dell'esperimento, prendendo in considerazione entrambi i sessi. Nella figura è indicata la frequenza del solo allele V^M. La linea continua si riferisce alla popolazione n. 1, quella tratteggiata alla popolazione n. 2

talità assai bassa o praticamente nulla. È perciò da ritenere che tali differenze selettive si accentuino con l'aumentare del grado di affollamento. Ne consegue che, qualora il rapporto-sessi nelle popolazioni sperimentali fosse a favore dei maschi, sarebbero gli omozigoti a prevalere sugli eterozigoti. Oppure, ove il rapporto-sessi fosse di 1 : 1 ed assumendo di pari intensità la selezione a favore dei maschi omozigoti e delle femmine eterozigoti, non vi sarebbero scostamenti dei valori osservati da quelli teorici. Gli omo- e gli eterozigoti avrebbero in definitiva eguale valore selettivo. Nel caso però delle nostre popolazioni artificiali il numero delle femmine è sempre di gran lunga superiore a quello dei maschi (tabb. V e VI), probabilmente perché nelle condizioni dell'esperimento il sesso femminile, indipendentemente dal genotipo, è assai più vitale e resistente del sesso maschile. Conseguenza di questa condizione è che gli eterozigoti, presi globalmente usufruiscono di un certo vantaggio ed entra così in gioco uno dei meccanismi che assicurano il mantenimento del polimorfismo.

Nelle popolazioni sperimentali di *Tisbe*, tuttavia, la selezione può agire non solo tramite fenomeni di mortalità differenziale ma può anche effettuarsi mediante differenze nella fecondità, longevità, ecc. degli animali adulti appartenenti ai diversi genotipi.

Dopo oltre 250 giorni dall'inizio dell'esperimento, corrispondenti all'incirca a 17-18 generazioni, le frequenze relative dei geni V^V e V^M non hanno subito sensibili modifiche rispetto alle frequenze iniziali. Sembra che, nelle condizioni dell'esperimento (salinità del 35 p. mille, T = 18°C circa), si abbia un

TABELLA V

POPOLAZIONE N. 1 - Rapporti dei sessi nel totale degli individui e tra gli omozigoti ($V^V V^V + V^M V^M$) e gli eterozigoti ($V^V V^M$) considerati separatamente.

Conteggio	Omozigoti + Eterozigoti				Omozigoti				Eterozigoti			
	♂♂	♀♀	Tot.	% ♂♂	♂♂	♀♀	Tot.	% ♂♂	♂♂	♀♀	Tot.	% ♂♂
1)	49	233	282	17,4	46	68	114	40,3	3	165	168	1,8
2)	126	427	553	22,8	91	184	275	33,1	35	243	278	12,6
3)	57	165	222	25,7	40	71	111	36,0	17	94	111	15,3
4)	26	293	319	8,1	18	124	142	12,7	8	169	177	4,5
5)	48	355	403	11,9	34	133	167	20,3	14	222	236	5,9
6)	19	105	124	15,3	12	34	46	26,1	7	71	78	9,0
7)	111	240	351	31,6	66	93	159	41,5	45	147	192	23,4
8)	52	155	207	25,1	36	67	103	34,9	16	88	104	15,4
9)	36	130	166	21,7	21	43	64	32,8	15	87	102	14,7
10)	62	245	307	20,2	45	84	129	34,9	17	161	178	9,5
Tot.	586	2.348	2.934	*20,0**	409	901	1.310	*31,2**	177	1.447	1.624	*10,9**

* % medie osservate.

TABELLA VI

POPOLAZIONE N. 2 - Rapporti dei sessi.

Conteggio	Omozigoti + Eterozigoti				Omozigoti				Eterozigoti			
	♂♂	♀♀	Tot.	% ♂♂	♂♂	♀♀	Tot.	% ♂♂	♂♂	♀♀	Tot.	% ♂♂
1)	58	278	336	17,3	53	87	140	37,8	5	191	196	2,5
2)	172	514	686	25,1	116	263	379	30,6	56	251	307	18,2
3)	39	154	193	20,2	27	78	105	25,7	12	76	88	13,6
4)	54	261	315	17,1	41	113	154	26,6	13	148	161	8,1
5)	17	409	426	4,0	13	155	168	7,7	4	254	258	1,5
6)	5	104	109	4,6	4	41	45	8,9	1	63	64	1,6
7)	139	239	378	36,8	98	100	198	49,5	41	139	180	22,8
8)	69	204	273	25,3	58	82	140	41,4	11	122	133	8,3
9)	73	246	319	22,9	43	91	134	32,1	30	155	185	16,2
10)	97	245	342	28,4	72	82	154	46,7	25	163	188	13,3
Tot.	723	2.654	3.377	*21,4**	525	1.092	1.617	*32,5**	198	1.562	1.760	*11,2**

* % medie osservate.

equilibrio intorno al 50% di ciascun gene. La lieve tendenza verso un incremento del gene V^M può infatti non essere significativa se si tien conto delle oscillazioni verificatesi durante il periodo in cui le popolazioni sono state tenute sotto controllo. Tali oscillazioni potrebbero essere imputabili al casuale eccesso di un genotipo all'atto del trasferimento della popolazione, oppure a inevitabili fluttuazioni ambientali. Una sensibilità dei diversi genotipi presenti nella popolazione rispetto a variazioni dell'ambiente, è dimostrata dal fatto che le fluttuazioni relative dei geni V^V e V^M si ripetono con analogo andamento nelle due popolazioni distinte (fig. 2). I fattori ambientali responsabili potrebbero essere, per esempio, il grado di affollamento, la temperatura, la salinità. La tendenza del gene V^M a tenersi al di sopra del 50%, osservata specialmente nelle ultime generazioni, può essere attribuita alla diminuita salinità dell'acqua, scesa durante i mesi primaverili dal 35 al 31 p. mille circa, come quasi tutti gli anni accade nella laguna di Venezia durante questo periodo. Con ricerche precedenti (Battaglia, 1959) si era dimostrato che il gene V^M viene favorito dalla diminuzione della salinità. Nelle due popolazioni sperimentali ciò avverrebbe senza che gli eterozigoti vengano comunque a perdere il loro vantaggio selettivo.

Esperimenti in corso con popolazioni nelle quali le frequenze iniziali dei geni V^V e V^M sono diverse (80% V^V - 20% V^M e viceversa) permetteranno di chiarire quali sono le condizioni di equilibrio delle popolazioni stesse e di precisare i valori adattativi dei trè genotipi.

RIASSUNTO

Il presente lavoro costituisce un primo tentativo di ricerca sull'ecologia e l'evoluzione di invertebrati marini eseguita al livello di popolazioni sperimentali.

Il materiale adoperato è il Copepode *Tisbe reticulata*. Viene descritto un metodo che permette di mantenere popolazioni sperimentali di *Tisbe* per un tempo praticamente illimitato. La popolazione è tenuta suddivisa in un certo numero di recipienti e campioni di essa, prelevati a caso, vengono periodicamente trasferiti in una nuova serie di recipienti in modo che in questi ultimi vengano a trovarsi insieme animali di provenienza diversa. Questi accorgimenti, che comportano una periodica rottura dell'inincrocio, permettono di sfuggire agli effetti nocivi che ogni incremento della consanguineità esercita in *Tisbe* (drastica caduta della fecondità e forte diminuzione nel numero delle femmine) e che non avevano reso possibile l'impiego dei modelli classici, validi per popolazioni di altre specie animali.

In pratica l'esperimento è stato eseguito iniziando la popolazione con femmine omozigoti *violacea* e *maculata* in egual numero. Dopo circa un mese, nei recipienti era presente il terzo genotipo, l'eterozigote *violacea-maculata*, riconoscibile fenotipicamente. I trasferimenti sono stati effettuati ogni 20 giorni circa. Gli animali rimasti nei recipienti dopo il trasferimento dei campioni venivano classificati in base al fenotipo. La popolazione è stata così seguita per oltre 250 giorni, corrispondenti a complessive 17-18 generazioni.

Durante questo tempo le frequenze relative dei geni V^V e V^M non hanno subito sensibili modifiche rispetto alle frequenze iniziali. Tuttavia, il confronto tra le frequenze di omozigoti ed eterozigoti osservate con le frequenze teoriche richieste dalla formula di Hardy-Weinberg dimostra chiaramente l'esistenza, anche in popolazioni sperimentali, di processi selettivi che favoriscono gli eterozigoti. Questa situazione è assai più evidente se vengono prese in considerazione le sole femmine, ciò che indicherebbe una differente azione della selezione nei due sessi. La questione viene discussa.

Una replica parallela dell'esperimento ha portato a risultati praticamente identici. Sono in corso esperimenti con popolazioni nelle quali le frequenze iniziali dei due geni, V^V e V^M, sono diverse, allo scopo di chiarire con quali modalità vengono raggiunte le condizioni di equilibrio.

SUMMARY

The work reported in the present paper is a first attempt of a research on the ecology and evolution of marine invertebrates, carried out at the level of experimental populations.

The material employed is the Copepod *Tisbe reticulata*. A method is described which allows experimental populations of *Tisbe* to be maintained for a time practically unlimited. The population is kept subdivided into a certain number of vessels; random samples of it are transferred from time to time into a new series of vessels in such a way that in the latter are put together animals of different origin. By following this procedure it is possible to avoid the drastic fall of fecundity and the great decrease of the number of females involved in *Tisbe* by inbreeding, which do not permit the employ of the classical models successfully applied to populations of other species.

In the experiment reported here, a population has been started with equal numbers of females *violacea* and *maculata* (homozygote). About a month later a third genotype, the phenotypically recognizable heterozygote *violacea-maculata*, was present in the cultures. The transfers have been made at intervals of about 20 days. The animals left in the vessels after the transfer of the samples were classified according to their phenotypes. Thus the population has been followed for over 250 days, corresponding to 17-18 generations.

During this time the relative frequencies of the genes V^V and V^M have not undergone significant changes compared to the initial frequencies. However, the comparison between the observed frequencies of homo- and heterozygotes and the frequencies expected according to the Hardy-Weinberg rule, shows the occurrence, also in experimental populations, of selective processes favouring heterozygotes. This situation becomes more evident if only females are considered, which might suggest that selection operates differently in the two sexes. The question is discussed. A parallel replicate of the experiment has lead to practically identical results.

Experiments are in course, with populations in which the frequencies of the two genes, V^V and V^M, are different, in order to show how fast equilibrium is reached.

BIBLIOGRAFIA

ANDREWARTHA, H. G. & L. C. BIRCH 1954. The distribution and abundance of animals. University of Chicago Press.

BACCI, G. 1950. Culture di microorganismi autotrofi e di piccoli animali marini. Boll. Zool. *17*, 49.

BATTAGLIA, B. 1958. Balanced polymorphism in *Tisbe reticulata*, a marine Copepod. Evolution, *12*, 358.

BATTAGLIA, B. 1959. Il polimorfismo adattativo e i fattori della selezione nel Copepode *Tisbe reticulata* Bocquet. Arch. Oceanogr. Limnol. *11* (3), 305.

BATTAGLIA, B. e I. LAZZARETTO 1960. Prime osservazioni sulla genetica e l'ecologia di popolazioni sperimentali del Copepode *Tisbe reticulata*. R. C. Accad. Lincei (in corso di stampa).

BIRCH, L. C. 1953. Experimental background to the study of the distribution and abundance of insects. II. The relation between innate capacity for increase in numbers and the abundance of three grain beetles in experimental populations. Ecology, *34*, 712.

BIRCH, L. C. 1953 a. Experimental background to the study of the distribution and abundance of insects. III. The relation between innate capacity for increase and survival of different species of beetles living together on the same food. Evolution, *7*, 136.

BOCQUET, C., C. LEVI et G. TEISSIER 1951. Recherches sur le polychromatisme de *Sphaeroma serratum* (F). Arch. Zool. Exp. Gén. *87*, 245.

BUZZATI-TRAVERSO, A. 1947. Genetica di popolazioni in *Drosophila*. VII. Selezione naturale in popolazioni artificiali di *Drosophila melanogaster*. Mem. Ist. ital. Idrobiol. *4*, 65.

BUZZATI-TRAVERSO, A. A. 1958. Perspectives in marine biology. Persp. mar. Biol. University of California Press, 613.

CARSON, H. L. 1960. Comunicazione personale.

CHAPMAN, R. N. 1931. Animal ecology with especial reference to Insects. New York, McGraw-Hill.

CROMBIE, A. C. 1944. On intraspecific and interspecific competition in larvae of graminivorous insects. J. exp. Biol. *20*, 135.

D'ANCONA, U. 1954. The struggle for existence, Leiden (trad. riveduta dall'edizione italiana, Einaudi, 1942).

DOBZHANSKY, T. 1951. Genetics and the Origin of Species. Columbia University Press.

FRANK, P. W. 1952. A laboratory study of intraspecies and interspecies competition in *Daphnia pulicaria* (Forbes) and *Simocephalus vetulus* O. F. Müller. Physiol. Zoöl. *25*, 178.

GAUSE, G. F. 1934. The struggle for existence. Baltimore. Williams & Wilkins.

HOLDAWAY, F. G. 1932. An experimental study of the growth of populations of the flour beetle *Tribolium confusum* Duval as affected by atmospheric moisture. Ecol. Monogr. *2*, 261.

KALMUS, H. 1945. Adaptive and selective responses of a population of *Drosophila melanogaster* containg e and e^+ to differences in temperature, humidity, and to selection for developmental speed. J. Genet. *47, 58*.

LACK, D. 1954. The Natural regulation of animal numbers. Oxford, Clarendon Press.

LESLIE, P. H. 1957. An analysis of the data for some experiments carried out by Gause with populations of the Protozoa, *Paramecium aurelia* and *P. caudatum*. Biometrika, *44*, 314.

L'HÉRITIER, PH. & TEISSIER, G. 1933. Étude d'une population de Drosophiles en équilibre. C. R. Acad. Sci. Paris, *198*, 770.

LOTKA, A. J. 1932. The growth of mixed populations: two species competing for a common food supply. J. Wash. Acad. Sc. *22*, 461.

NICHOLSON, A. J. 1950. Population oscillations caused by competition for food. Nature, *165*, 476.

PARK, T. 1948. Experimental studies of interspecies competition. I. Competition between populations of the flour beetles *Tribolium confusum* Duval and *T. castaneum* Herbst Ecol. Monogr. *18*, 265.

PEARL, R. 1926. The biology of population growth. New York, A. A. Knopf.

PRATT, D. M. 1943. Analysis of population development in *Daphnia* at different temperatures. Biol. Bull. *85*, 116.

RAY, D. L. 1958. Some marine invertebrates useful for genetic research. Persp. mar. Biol. Univ. of California Press, 497.

REED, S. C. & E. W. REED 1948. Natural selection in laboratory populations of *Drosophila*. Evolution, *2*, 176.

SEXTON, E. W. & A. R. CLARK 1936. Summary of the work on the Amphipod *Gammarus chevreuxi* Sexton carried out at the Plymouth Laboratory (1919-1936). J. Mar. biol. Ass. U. K. *21*, 357.

SLOBODKIN, L. B. 1954. Population dynamics in *Daphnia obtusa* Kurz. Ecol. Monogr. *24*, 69.

VOLTERRA, V. 1926. Variazioni e fluttuazioni del numero d'individui in specie animali conviventi. Mem. Accad. Lincei, *2*, 31.

WIEDEMANN, G. 1936. Modellversuche zur Selektionwirkung von Faktormutationen bei *Drosophila melanogaster*. Genetica, *18*, 277.

WILLIAMSON, D. I. 1951. On the mating and breeding of some semiterrestrial Amphipods (v. RAY, 1958).

WRIGHT, S. & TH. DOBZHANSKY 1946. Genetics of natural populations. XII. Experimental reproduction of some of the changes caused by selection in certain natural populations of *Drosophila pseudoobscura*. Genetics, *31*, 125.

Enrico Tortonese
Museo Civico di Storia Naturale « G. Doria » - Genova

NUOVO CONTRIBUTO ALLA CONOSCENZA DEL BENTOS DELLA SCOGLIERA LIGURE (1)

Il ciclo di ricerche intorno al bentos della scogliera ligure, che qualche anno addietro abbiamo iniziato, è tuttora in corso. Nondimeno, una serie di risultati figura ormai in diverse pubblicazioni redatte dai collaboratori che vi hanno avuto parte; in un lavoro sintetico (Tortonese, 1958) sono stati delineati i fondamentali caratteri biologici della zona presa in esame: la costa meridionale del promontorio di Portofino. Questo litorale roccioso, costituito da puddinga oligocenica, è sede di popolamenti animali e vegetali nella cui composizione intervengono sia specie singole di particolare interesse, sia associazioni diverse, quelle e queste degne di essere segnalate perché nuove per il golfo di Genova o perché notevoli sotto l'uno o l'altro aspetto. La precedente serie di indagini, effettuate in 12 stazioni, ha costituito il primo passo nello studio della zona predetta.

Non appena possibile (primavera 1959) il lavoro è stato ripreso, ancora una volta sostenuto dall'appoggio finanziario del Consiglio Nazionale delle Ricerche (Commissione per la Talassografia), a cui va un rinnovato, vivissimo grazie. È continuata la preziosa opera del sig. Duilio Marcante e dei Carabinieri sommozzatori, alla cui esperienza subacquea si devono cospicue raccolte di materiale, un plastico della scogliera esplorata ed una serie di pregevoli fotografie: alcune di queste sono ora pubblicate insieme al presente scritto. Al ringraziamento che è doveroso esprimere a queste persone si aggiunge quello rivolto a tutti gli studiosi che con grande sollecitudine e cortesia hanno posto a disposizione la loro specifica competenza: prof. L. Rossi (Cnidari), prof. M. Sarà (Poriferi), dr. Y. Gautier (Briozoi), dr. G. Bellan (Policheti), dr. P. Huvé (Alghe). Il prof. E. Mor, direttore del Centro Studi della corrosione marina dei metalli (Genova) ha curato nel proprio laboratorio le misure di pH e di salsedine dell'acqua.

La necessità di sempre più precisi esami da cui possa conseguire una chiara comprensione di come le biocenosi sono composte e sono distribuite è stata di recente sottolineata da AA. (Drach, 1958-59; Ernst, 1959) che hanno

---

(1) Studi compiuti con il contributo concesso dal Consiglio Nazionale delle Ricerche al Museo di Storia Naturale di Genova per le indagini biologiche da questo promosse nel mar Ligure.

affermato gli ottimi risultati ottenibili con una bene organizzata esplorazione subacquea da parte di personale munito di autorespiratori. Dalle recenti indagini svolte lungo la costa ligure è infatti scaturita per la conoscenza faunistica di questa zona una serie di nuove informazioni che sarebbe stato senz'altro impossibile conseguire con altri mezzi. Va ricordato come in seguito alle grandi difficoltà che in pratica si incontrano durante queste ricerche di Biologia marina — per l'interferire di elementi svariati che implicano particolari esperienze in determinati settori di ricerca — sia sempre più largamente sentita la necessità di lavori in équipe, con coordinati interventi di studiosi a diverso indirizzo (zoologi, algologi, oceanografi fisici).

D'altra parte, è difficile condividere in tutto l'opinione che la fase « inventariale » delle indagini presso i nostri litorali — cioè la ricerca volta a stabilire il carattere qualitativo dei popolamenti, rilevando la presenza o assenza di specie — sia finita. A parte il fatto che da ogni ricerca condotta con qualche accuratezza potranno sempre scaturire elementi — sia pure di modesta entità — per considerazioni di carattere generale, è indubbio che la faunistica dei mari italiani offre ancora vaste lacune e che la distribuzione di molte specie — in senso tanto geografico quanto ecologico — ci è nota in modo meno che approssimativo. Desideriamo dunque precisare che — tenendo conto delle possibilità — abbiamo continuato lo studio del bentos vivente sulle scogliere di Liguria, non tanto allo scopo di impostare o risolvere generali problemi di Biologia marina, quanto per ampliare attraverso nuove indagini le cognizioni odierne sul popolamento animale delle scogliere stesse.

Le alghe, con i relativi cambiamenti stagionali, pur suscettibili di incidere anche sulla fauna, non sono state prese in speciale considerazione. Nell'auspicare vivamente che le vicende cui va incontro la flora marina delle coste liguri nel corso dell'anno siano sottoposte a un metodico studio, non c'è di meglio che ripetere quanto scrisse Issel (1918, p. 291): « È peccato che la nostra letteratura botanica non ci abbia ancora fornito un calendario completo delle alghe; un prospetto dal quale risulti l'epoca di comparsa e di maggiore rigoglio delle specie più note. Anche dal punto di vista zoologico non sarebbe inutile raccogliere dati di tale natura, perché nella zona delle alghe sommerse fauna e flora sono intimamente connesse e certe variazioni di quella non si possono sempre capire senza i cambiamenti di questa ».

Al contrario di quanto era stato fatto negli anni precedenti, si è stabilito di effettuare osservazioni e raccolte in un settore ben limitato in senso orizzontale e verticale. La località prescelta (Fig. 1) è situata sulla costa meridionale del promontorio di Portofino, circa 750 m a levante di San Fruttuoso e corrisponde alla stazione X del ciclo di ricerche anteriori (Tortonese, 1958, p. 191), stazione che tuttavia comprendeva anche pareti e tetti di roccia situati un poco più ad occidente. La scogliera vi determina una sporgenza detta Punta Carega, la quale continua sotto il livello marino, così da costituire uno sperone roccioso che si protende verso gli antistanti fondali coperti

di fango. Immediatamente a ovest di detta punta e alla superficie del mare, si apre nella massa di puddinga una caverna assai elevata ma poco profonda. Il tutto appare nel plastico eseguito dal sig. D. Marcante, il quale colorò diversamente le zone 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 m: a questi livelli si svolse infatti il lavoro effettuato dal maggio all'ottobre 1959 e ripreso, più sporadicamente, nell'estate 1960.

Il materiale raccolto è stato in parte conservato e si trova oggi nel Museo di Storia Naturale di Genova. Gli studi intorno alla fauna litorale del promontorio di Portofino, che diversi collaboratori hanno compiuto e in parte pubblicato dopo il primo ciclo di ricerche, comportano più di una rettifica

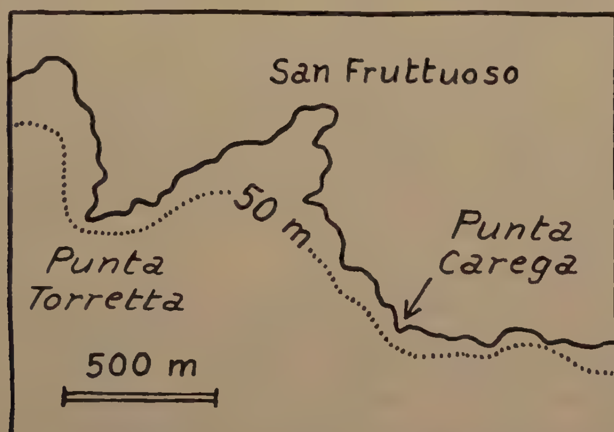


Fig. 1 - Parte della costa meridionale del Promontorio di Portofino.

nella nomenclatura di specie che erano state segnalate nella memoria del 1958 e la cui citazione ricompare in queste pagine. Alla predetta memoria si rinvia per ogni più generale notizia sui caratteri fisici della zona.

La grotta situata presso la Punta Carega è una cavità di limitata estensione, la cui apertura — disposta in direzione EW — è larga una ventina di metri; la volta si trova a 15-20 m di altezza e con le sue accidentalità offre rifugio a rondoni e uccelli marini. Il mare la occupa per intero e, nella zona centrale, raggiunge la massima profondità di 8-9 m. Nella parte mediana si erge un grande blocco di roccia appoggiato alla parete di fondo; esso continua sott'acqua con un declivio rivestito di alghe ed è seguito, più in basso, da un accumulo di grossi massi. Un anfratto assai profondo si addentra a ciascun lato e qualche incavo di minore entità si nota sulla parete orientale. Nel complesso, le superfici rocciose esistenti nella caverna sono orientate molto diversamente: in rapporto alla loro varia posizione e inclinazione, esse risentono in modo assai diverso l'azione della luce. L'insolazione è minore in estate,

quando il sole è più alto; in giugno, a metà del giorno, la grotta è tutta in ombra ad eccezione di una piccola area centrale.

L'intensità luminosa si rivela con evidenza come il fattore fondamentale che condiziona i popolamenti; in linea di massima, si afferma la nota diversità tra le superfici in ombra, ove prevale la fauna, e quelle in luce, ove prevale la flora. Il rivestimento algoso presenta comunque sensibili variazioni. Nel bentos animale si ravvisano i tre gruppi fondamentali consueti: specie fisse (es. Poriferi, Idroidi), specie poco mobili (Echinoidi, Attinie), specie molto mobili (Crostacei Decapodi). Per comodità, riuniamo il primo e il secondo gruppo sotto la comune denominazione di edreobentos, riservando al terzo la qualifica di erpetobentos: l'uno e l'altro termine hanno un significato approssimato ed empirico.

Poiché l'intera zona è prospiciente al mare aperto e quindi è ben esposta all'azione delle onde, l'acqua vi ha una notevole turbolenza. Di regola essa è assai limpida, ma talvolta — sopratutto dopo burrasche — la superficie è inquinata da abbondanti detriti e materiali in sospensione. Le massime temperature dell'acqua registrate da maggio a luglio immediatamente davanti alla grotta sono: $+ 22^{o}$ C in superficie, $+ 21^{o}$ C a — 12 m. Per la salsedine risultò un valore di 38,74‰, per il pH 7,9.

Passiamo ora in rassegna il popolamento vegetale ed animale nelle diverse situazioni, quale apparve in base alle indagini svolte dalla primavera all'autunno. La parete occidentale presenta aspetto assai banale. Sulla roccia, che scende verticalmente, si trova una fascia di *Chtamalus stellatus* non molto sviluppata; questi Cirripedi sono accompagnati, come di regola, da *Ligia italica* e *Littorina neritoides*. A livello dell'acqua, l'ambiente mesolitorale inferiore si manifesta con le incrostazioni di *Lithophyllum tortuosum*, in corrispondenza delle quali compare qualche elemento infralitorale come *Actinia equina*. È comune *Pachygrapsus marmoratus*. Avanzando internamente, si incontra un cospicuo anfratto con fondo sassoso e in parte roccioso, che risale in direzione dell'interno; esso è completamente in ombra. La macrofauna sembra assente, mentre non mancano le alghe: *Corallina officinalis* è rigogliosa sulla parete, e su buona parte del fondo vegeta un denso rivestimento di alghe rosse (*Pterocladia pinnata*).

Come si è detto, un enorme masso di puddinga occupa la zona centrale della grotta. Sulla sua parte emersa gli Ctamali giungono a circa 2 m d'altezza, mentre più in basso decorre la solita fascia di Litofillo. La sezione immersa costituisce un ampio e assai dolce declivio, rivolto a sud, ben esposto alla luce ed anzi pienamente soleggiato per diverse ore della giornata. È perciò naturale che il rivestimento da parte di alghe fotofile vi sia così sviluppato da occupare quasi il 100% della superficie. Sono particolarmente abbondanti quattro Feoficee: *Cystoseira stricta*, *Wrangelia penicillata*, *Dilophus fasciola* e *Colpomenia sinuosa*. Si aggiungono *Padina pavonia*, per lo più di piccole dimensioni, e molte Rodoficee epifite su *Dilophus*. Sono più scarse

Jania rubens, *Corallina officinalis*, *Amphiroa rigida*. In primavera, le giovani fronde di *Cystoseira* determinano chiazze di un verde vivo, che passa al bruno con l'avanzare della stagione.

Il popolamento animale è nel complesso di modestissima entità ed anzi l'edreobentos può dirsi assente. Non abbiamo infatti rinvenuto che un gran numero di *Pedicellina cernua*, epibionte sulle *Cystoseira*, qualche Idroide, *Balanus*, scarse *Arbacia lixula*. Dell'erpetobentos fanno parte diversi Crostacei: *Caprella* e altri Anfipodi, *Acanthonyx lunulatus*, *Pachygrapsus marmoratus*, *Eriphia verrucosa* (= *E. spinifrons*). Abbastanza frequenti sono i *Blennius*, che si annidano nei fori della roccia. Ricorderemo incidentalmente gli altri Pesci che si aggirano nella grotta: *Serranus cabrilla*, *Diplodus vulgaris*, *Spondyliosoma cantharus*, *Coris julis*, *Chromis chromis*. Più discosti dalla scogliera, sono piccoli branchi di *Oblada melanura* e *Boops salpa*; non è rara *Lichia amia*. Dall'altro lato del masso centrale, un secondo anfratto si addentra nel fondo della grotta; anch'esso è sempre in ombra. Non vi osservammo che *Corallina officinalis*, la quale forma una fascia molto estesa anche verticalmente.

La parete orientale assume un particolare interesse perché presenta alcune cavità, spaccature e rientranze a tetto, così da determinare situazioni molto favorevoli per la risalita di elementi sciafili, con specie appartenenti alle biocenosi precoralligena e coralligena. Qua e là la roccia forma spigoli in corrispondenza dei quali si manifestano nette differenze di popolamento fra il lato in luce (rivolto verso l'ingresso della grotta o verso l'alto) e quello in ombra. Tali differenze sono fondamentalmente espresse dalla prevalenza algale nel primo caso, animale nel secondo.

Rispetto alle altre parti della grotta, flora e fauna si arricchiscono dunque di elementi infralitorali e sublitorali, che popolano in discreto numero l'anfratto più profondo: si tratta essenzialmente di Poriferi incrostanti, che spiccano con vivide chiazze gialle e rosse, ma sono numerosi anche gli Idroidi (*Aglaophenia pluma*), mentre le Alghe sono rappresentate da *Peyssonnelia* e da *Crodelia expansa*. I talli di quest'ultima sono però relativamente sottili e poco estesi, così da denunciare non ottime condizioni di sviluppo, in rapporto a quelle che l'alga trova ai livelli inferiori. Là dove la parete di roccia, nettamente verticale, si incurva a formare un tetto, il suo rivestimento da parte di organismi animali fissi può valutarsi ad almeno 80% ed è costituito essenzialmente da Spugne. Si osservano estese placche rosso mattone (*Hemimycale ambigua*) e alcune *Spongia officinalis*, presenti già a una ventina di cm sotto la superficie dell'acqua. *Actinia*, *Arbacia* e grossi *Balanus* sono altri componenti dell'edreobentos, mentre i granchi (*Pachygrapsus*, *Eriphia*) sono i più ovvii rappresentanti dell'erpetobentos.

L'esplorazione di questa piccola grotta, in conclusione, riesce interessante non tanto perché vi siano insediati organismi degni di particolare menzione — a parte le numerose Pedicelline — ma perché è in essa ben evidente come il popolamento delle superfici rocciose varii in conseguenza della diversa illu-

minazione. Resta perciò confermato come la comparsa delle biocenosi sublitorali dipenda non dalla profondità, bensì da condizioni ambientali che a questa non sono necessariamente associate.

La limitatezza dell'ambiente e la conseguente, complessiva povertà del bentos che vi risiede, precludono una comparazione con i risultati di indagini svolte in grotte più cospicue. La prevalenza algale sulle superfici più illuminate e quella animale sulle superfici più oscure rappresenta un fatto generale, non limitandosi ai popolamenti sciafili; nei riguardi di questi, tali prevalenze rispettive furono bene illustrate da Laborel e Vacelet (1958) in una grotta presso Marsiglia. Lo spiccato predominio dei Poriferi come costituenti il bentos animale delle zone meno illuminate trova riscontro in quanto fu rilevato in altre grotte da Pérès e Picard (1949) e da Sarà (1958).

Subito dopo la grotta, procedendo verso levante, la scogliera si avanza in mare formando una piccola prominenza (Punta Carega) a cui corrisponde un ben più sviluppato sperone sommerso. Di esso abbiamo dato notizia in un precedente lavoro (1958, p. 191, v. 4), in quanto vi era stata stabilita la stazione X nel corso delle prime ricerche. Nel maggio 1959 fu iniziato un più metodico rilevamento, allo scopo di precisare la composizione e la fisonomia complessiva del bentos a diversi livelli e in diverse situazioni.

La scogliera emersa nulla offre di particolare, il piano sopralitorale e mesolitorale essendo popolati dagli elementi soliti, che è superfluo ricordare. Verso oriente, la roccia scende con declivio molto più dolce e vi abbondano le Cistoseire *(Cystoseira stricta)*, vistosi esponenti della comunità vegetale che caratterizza l'orizzonte infralitorale superiore: esse tollerano bene la frequente emersione, dovuta non tanto alla situazione intercotidale, quanto al moto ondoso che è spesso di notevole entità.

Lo sperone costituito dalla scogliera sommersa di Punta Carega misura circa 50 m di lunghezza per 30 di larghezza e il suo aspetto risulta dall'unito disegno (Fig. 2), che corregge e precisa lo schizzo presentato nel 1958 (Fig. 4). Il fondo circostante consta dapprima (in vicinanza della riva) di massi e pietrisco, e diviene poi fangoso in direzione del mare aperto. Dopo un primo gradino situato poco oltre il livello di — 10 m, il fondo si avvalla assai rapidamente, cosicchè la massa rocciosa che ne sporge risulta alquanto più elevata (17-18 m circa) alla sua estremità che alla base. Dal battente dell'onda fino a circa — 10 m la roccia discende piuttosto ripida, così da lasciare pochi tratti in dolce pendìo, mentre assume un rilevante sviluppo la parete ricca di anfratti più o meno pronunciati. Più oltre, il dosso della penisoletta declina gradatamente e vi sono ampie superfici che rimangono bene esposte alla luce; su una parte di esse vegetano non rigogliose Posidonie. I lati dello sperone sono invece abbastanza precipiti, risultandone pareti rocciose che terminano sul fondo; al disotto di una trentina di metri, i declivi a dolce pendenza si possono dire mancanti e il substrato consta di roccia fortemente inclinata con aggetti e spac-

cature. Nella parte più bassa, poco prima che questa penisoletta sommersa abbia termine, si apre sul lato occidentale una piccola caverna alta 5 m, il cui fondo — formato da melma grigiastra e detriti — è continuo con quello che fronteggia la scogliera e si trova perciò a — 40 m.

In conclusione, si possono distinguere tre biotopi: *a*) superfici a dolce declivio (inclinazione inferiore a 45°) e con massima intensità di illuminazione; *b*) superfici a forte inclinazione, cioè pareti mediocremente illuminate; *c*) rien-

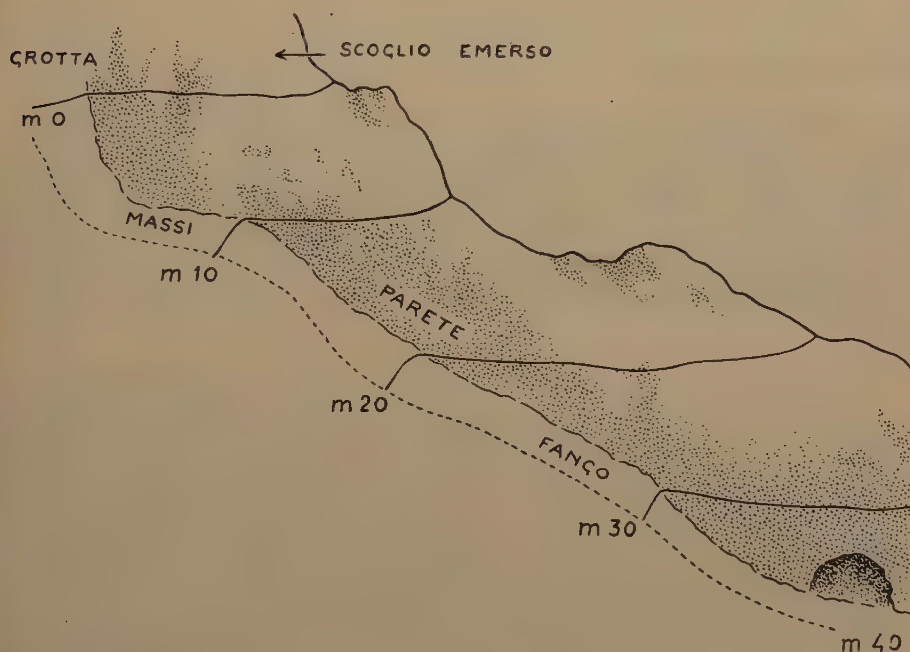


Fig. 2 - Scogliera sommersa di Punta Carega (Promontorio di Portofino). Schizzo tratto dal plastico eseguito da D. Marcante.

tranze («tetti» e cavità variamente accentuate) con illuminazione minima o quasi nulla. La natura del substrato non offre variazioni, ove si eccettuino limitati sedimenti di fango e arena, che sul dorso della penisola consentono un modesto sviluppo di Posidonie, a — 20-25 m circa. Sulle foglie di queste vivono i consueti epibionti: *Sertularia perpusilla* (per errore citata come *Sertularella p.* nel 1958, p. 187), *Electra pilosa, Membranipora joannae.*

Il popolamento animale e vegetale è stato studiato tenendo conto di queste diverse situazioni, considerate in quattro zone verticali successive: m 0-10, 10-20, 20-30, 30-40.

La temperatura dell'acqua, ripetutamente misurata fra maggio e ottobre in vicinanza dello scoglio, non ha dimostrato sensibili variazioni né a seconda

dei mesi, né a seconda del livello: 21°-22°,5 in superficie, 20°-22°,6 a —10-12 m. Dei valori della salsedine e del pH già si è detto.

Procediamo ora all'esposizione dei dati relativi al bentos, avvertendo che le raccolte sono state sopratutto eseguite lungo la parte occidentale dello sperone. Successivamente, verranno riferite le considerazioni di ordine generale che dalla presente ricerca sono scaturite. Tenuto conto di quanto si è precisato più sopra, indicheremo semplicemente come declivio, parete, anfratti i varii biotopi presenti in ciascuna zona.

1. ZONA 0-10 m.

a) Declivio - Le Alghe sono in netta prevalenza rispetto al bentos animale e determinano un rivestimento quasi completo: *Corallina officinalis*, *Amphiroa rigida*, *Cystoseira* sp., *Dictyota dichotoma*, *Udotea petiolata*, *Codium bursa*. Gli elementi della fauna sono Poriferi (*Spongia officinalis*, *Hippiospongia communis*, *Hemimycale ambigua*), Idroidi (numerose e grandi colonie di *Aglaophenia pluma*), piccoli Policheti tubicoli, *Arca barbata*, *Ophiothrix fragilis*.

b) Parete - Il popolamento sia animale che vegetale, è qualitativamente ben più ricco. Qua e là, la roccia, giunge sino a fior d'acqua con superficie verticale o quasi; a questo livello superiore della parete abbiamo registrato diverse Alghe (*Colpomenia*, *Cystoseira*, *Dictyota*), piccoli Molluschi (*Oncidiella*, *Gibbula*, *Bittium*, *Rissoa*, *Nassa*, *Chiton*), Ofiure (*Ophiothrix fragilis*, *Amphipholis squamata*) e due specie di Pantopodi non identificati. Più in basso, la diminuita illuminazione permette lo sviluppo di alghe sciafile come *Peyssonnelia*, *Crodelia expansa* (abbondante e rigogliosa), *Sphaerococcus coronopifolius*, *Halopteris scoparia*, *Halimeda tuna* (scarsa), *Udotea petiolata* (rigogliosa), *Palmophyllum crassum* (scarso) e *Valonia* sp.

I Poriferi si affermano quali elementi dominanti nell'edreobentos animale, anche se alcune specie — come *Ectyon* (= *Agelas*) *oroides*, *Calyx nicaensis* e *Petrosia ficiformis* (= *P. dura*) — figurano con pochi e piccoli individui, così da non presentare ancora il rigoglio che assumono a profondità maggiore. Sono presenti: *Spongia officinalis*, *Hippiospongia communis*, *Ircinia fasciculata*, *Chondrosia reniformis*, *Hemimycale ambigua*, *Cliona* sp., *Acanthella acuta*; al disotto delle lamine di Crodelia vivono *Topsentia genitrix* (?), *Clathrina coriacea* e *Oscarella lobularis*.

Gli altri componenti del bentos sessile spettano essenzialmente a due tipi: Cnidari e Briozoi. Il primo di questi è rappresentato da alcuni Idroidi (*Sertularella ellisii*, *Obelia dichotoma*, *Plumularia setacea*, *Clythia johnstoni*, *Aglaophenia pluma*, *Eudendrium* sp.), da *Parazoanthus axinellae liguricus* (colonie bene sviluppate su *Petrosia*), da un limitato numero di *Caryophyllia smithi* ed *Eunicella cavolinii*: quest'ultima compare a 8-10 m. I Briozoi annoverano

molte *Schizopodrella linearis* incrostanti la roccia e le Crodelie, piccole *Sertella (= Retepora)* e qualche colonia di *Scrupocellaria scrupea.*

Ove si prescinda dai *Balanus*, i Crostacei danno un buon contributo all'erpetobentos: *Caprella* e altri Anfipodi, *Synalpheus gambarelloides* (con masse di uova verdi in maggio-luglio), piccoli Paguridi *(Calcinus ornatus)* in conchiglie di *Bittium*, rare *Eriphia* (ai livelli superiori), alcuni *Acanthonyx* e molti giovani *Pilumnus* che sogliono annidarsi nelle Spugne e nelle Crodelie. Altri organismi mobili sono *Thysanozoon brocchii* (rinvenuto una sola volta), *Phascolosoma granulatum* (molto comune) e numerosi Policheti: *Lumbriconereis coccinea* (forse la specie più abbondante), *Eunice vittata*, *Lepidonotus clava*, *Harmothoe spinifera*, *Nereis* sp., *Ceratonereis costae*, *Lysidice ninetta*, *Euphrosyne foliosa*, *Syllis variegata*, *Potamilla reniformis.*

Specie dotate di un vario grado di mobilità compaiono, infine, tra i Molluschi e gli Echinodermi. I primi, complessivamente scarsi includono i generi *Pecten*, *Lima*, *Lithophaga*, *Gastrochaena*, *Arca.* Assai comune è il caratteristico nudibranco *Peltodoris atromaculata*, del quale si raccolsero individui di varia statura; la già segnalata abitudine di nascondersi negli osculi di *Petrosia* è propria dei giovani. I più piccoli di questi compresi nelle nostre raccolte misuravano 5-6 mm ed erano quasi trasparenti, con poche e piccole macchie brune e la massa viscerale evidente a guisa di chiazza rosata. Sono state osservate un'*Antedon mediterranea* in stadio pentacrinoide, due specie di Echinoidi e una di Ofiuroide. La popolazione di *Arbacia lixula* e quella di *Paracentrotus lividus* variano entrambe di densità scendendo a livelli più profondi, ma in ragione inversa: presso la superficie prevale *Arbacia*, mentre più in basso *Paracentrotus* ha il sopravvento. Le *Ophiothrix fragilis*, per lo più nascoste fra le Corallinacee e anche dentro le Spugne, fanno parte della popolazione di cui già si sono additate le caratteristiche (Tortonese, 1959), in evidente correlazione con l'ambiente.

c) Anfratti - Nei confronti dei precedenti biotopi, assumono un maggior rigoglio alcune specie di Alghe *(Crodelia expansa*, *Peyssonnellia rubra*, *P. squamaria*, *Udotea petiolata)* e di Spugne *(Ectyon oroides*, *Spongia officinalis).* A 5-8 m compare, in esiguo numero, il Madreporario *Leptopsammia pruvoti.* Si sono pure raccolti: *Eudendrium* sp., *Aglaophenia pluma*, *Arca*, *Lithophaga*, *Peltodoris*, *Chiton* sp., *Ophiothrix fragilis*, *Marthasterias glacialis*, *Phascolosoma* e varii Policheti, *Synalpheus gambarelloides.*

2. ZONA 10-20 m.

a) Declivio - La superficie rocciosa (Tav. I-II) è cosparsa di cespi di *Dictyota*, di incrostazioni di Corallinacee, di fronde di *Udotea.* Fra queste alghe si ergono in buon numero le *Eunicella stricta;* questa specie corrisponde a *E. graminea* della precedente letteratura (Rossi, 1959). Ad essa si aggiunge

qualche *E. cavolinii*, che però — come ben si scorge nella foto della tav. I (verso sinistra) — è sempre fissata sulle pareti di avvallamenti, cosicché la colonia si sviluppa in direzione obliqua od orizzontale. Sono presenti *Sphaerechinus granularis* e *Holothuria tubulosa*.

b) PARETE - Conviene ripartire sistematicamente l'elenco delle specie raccolte.

Alghe - *Crodelia expansa*, *Peyssonnelia rubra*, *P. squamaria*, *Sphaerococcus coronopifolius*, *Dictyota dichotoma*, *Udotea petiolata*, *Codium bursa*.

Poriferi - *Spongia officinalis*, *Ircinia fasciculata*, *Ectyon oroides* (numeroso), *Petrosia ficiformis*, *Cliona* sp., *Chondrosia reniformis*, *Calyx nicaensis* (piccoli e cilindrici), *Acanthella acuta*, *Axinella verrucosa*, *Sycon?* sp.

Cnidari - *Sertularella ellisii*, *Eudendrium capillare*, *Plumularia setacea*, *Alcyonium coralliodes* (scarse e piccole colonie), *Eunicella cavolinii*, *Caryophyllia smithi*, *Leptopsammia pruvoti* (scarsa), *Cladocora caespitosa* (piccole colonie), *Phellia elongata*, *Parazoanthus axinellae liguricus*.

Policheti - *Lysidice ninetta*, *Eunice vittata*, *Ceratonereis costae*, *Nereis zonata*, *Harmothoe spinifera*, *Eulalia viridis*, *Staurocephalus rubrovittatus*, *Lumbriconereis coccinea*, *Syllis variegata*, *Trypanosyllis zebra*.

Briozoi - *Sertella complanata*, *Myriapora truncata*, *Costazia caminata*, *Scrupocellaria scrupea*, *Schizopodrella linearis*, *Schismopora avicularis*.

Molluschi - *Arca barbata*, *A. noae*, *Spondylus gaederopus*, *Pecten multistriatus*, *Lithophaga lithophaga*, *Peltodoris atromaculata*, *Bittium reticulatum*, *Rissoa* sp., *Haliotis* sp. (juv.), *Emarginula cancellata*, *Columbella rustica*, *Calliostoma* sp.

Echinodermi - *Ophiothrix fragilis*, *Amphipholis squamata*.

Crostacei - *Porcellana longicornis*, *Munida* sp. (individui giovanissimi), *Synalpheus gambarelloides*, *Pilumnus hirtellus*.

Tunicati - *Phallusia fumigata*, *Halocynthia papillosa*, *Pyura savignyi*. È comune il Sipunculoide *Phascolosoma granulatum* e fu pure rinvenuto un Nemertino.

c) ANFRATTI - Dalla raccolta eseguita sotto un tetto, pressoché oscuro, risultarono presenti parecchi dei già citati invertebrati, mentre il substrato era coperto di Corallinacee, con fronde di *Phyllophora nervosa*.

Poriferi - *Petrosia ficiformis*, *Calyx nicaensis* (piccoli e subcilindrici), *Hemimycale ambigua*, *Clathrina?* sp.

Cnidari - *Garveia grisea*, *Obelia dichotoma*, *Balanophyllia italica*, *Cladocora caespitosa* (forma incrostante), *Parazoanthus axinellae liguricus*.

Policheti - *Serpula vermicularis*, *Syllis amica*, *S. variegata*, *S. gracilis*, *Lumbriconereis coccinea*, *Eunice torquata*, *E. siciliensis*, *E. harassii*, *Harmothoe imbricata*, *H. spinifera*, *Euphrosyne foliosa*, *Ceratonereis costae*, *Lysidice ninetta*, *Glycera capitata*.

Briozoi - *Porella cervicornis, Myriapora truncata, Scrupocellaria scrupea* (abbondante).

Molluschi - *Arca barbata, Pecten multistriatus, Lima squamosa, Haliotis* sp. (juv.), *Ocinebra* sp., *Bittium reticulatum.*

Crostacei - *Synalpheus gambarelloides.*

Echinodermi - *Ophiothrix fragilis.*

Tunicati - *Microcosmus sulcatus, Halocynthia papillosa.*

3. ZONA 20-30 m.

Il popolamento è ovunque molto fitto e rigoglioso, così da valutarsi ad almeno 70% la superficie rocciosa coperta dall'edreobentos.

a) Declivio - La ricca vegetazione include i generi: *Crodelia, Peyssonnelia, Phyllophora, Dilophus, Codium, Halimeda, Udotea.* Sono numerose le Spugne, tra cui *Calyx nicaensis* (Tav. III B) ed *Hemimycale ambigua.* Tra le incrostazioni del fondo, sono colonie di *Schizopodrella linearis* e di *Miniacina miniacea.* Gli Cnidari sono rappresentati da grandi *Anemonia sulcata* e da molte *Eunicella stricta.* Le Anemonie hanno colore assai vivace, come quelle viventi in situazioni più superficiali: i tentacoli sono verdastri con apice violetto intenso. Le Eunicelle sono di colore bianco anziché verdognolo per la presenza di alghe, come avviene a minor profondità, e si trovano anche a 30 m. Sono presenti *Hacelia attenuata* (Tav. II) e *Sphaerechinus granularis.*

b) Parete - Abbondano i rivestimenti di *Crodelia*, dal colore roseo-viola vivace; sono pure copiosi *Dilophus* (?), *Peyssonnelia* e *Udotea*, mentre *Corallina* si mostra in qualche punto. La fauna è qualitativamente più ricca che sul declivio. I Poriferi vi hanno parte preponderante e intervengono largamente nel ricoprire la roccia; oltre a svariate specie incrostanti, abbiamo rilevato la presenza di *Spongia officinalis, Hippiospongia communis* (?), *Ircinia fasciculata, Ectyon oroides, Chondrosia reniformis, Axinella verrucosa, A. damicornis, Suberites domuncula, Petrosia ficiformis.* La rappresentanza degli altri gruppi è la seguente:

Cnidari - Scarse e piccole colonie di *Corallium rubrum*, gran numero di *Eunicella cavolinii* (Tav. III A).

Policheti - *Eunice torquata, E. vittata, Ceratonereis costae, Harmothoe spinifera,* Tubicoli indeterminati.

Briozoi - *Porella cervicornis* (numerosa), *Myriapora truncata, Sertella* sp. (colonie piccole e rade), *Schizopodrella linearis, Schismopora* sp.

Molluschi - *Arca barbata, Lithophaga lithophaga, Lima squamosa, Bittium reticulatum, Neosimnia spelta, Calliostoma zizyphinum, Peltodoris atromaculata.*

Crostacei - *Calcinus ornatus, Galathea* sp. (juv.), *Synalpheus gambarelloides, Dromia vulgaris.*

Echinodermi - *Hacelia attenuata, Ophiothrix fragilis.*

Tunicati - *Halocynthia papillosa.*

c) Anfratti - Il terzo biotopo considerato è anche in questa zona un tetto, o più esattamente una profonda spaccatura nella roccia, con oscurità



Fig. 3 - Biocenosi coralligena su frammento di roccia prelevato a 30-40 m (1° ottobre 1959).

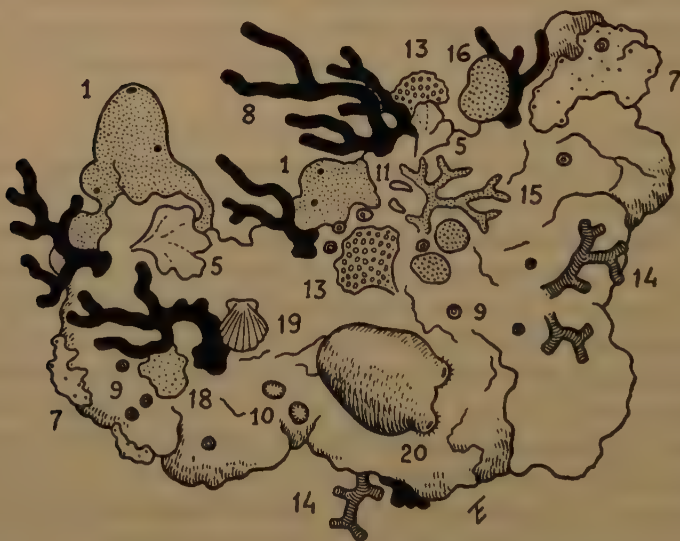


Fig. 4 - Biocenosi coralligena su frammento di roccia prelevato a 30-40 m (6 ottobre 1959)
1: *Ectyon.* 2: *Oscarella.* 3: *Hemimycale.* 4: *Cliona.* 5: *Axinella.* 6: *Ircinia.* 7: Poriferi diversi. 8: *Corallium.* 9: *Leptopsammia.* 10: *Balanophyllia.* 11: *Caryophyllia.* 12: Policheti tubicoli. 13: *Sertella.* 14: *Myriapora.* 15: *Porella.* 16: *Schizopodrella.* 17: *Scrupocellaria.* 18: Briozoi diversi. 19: *Pecten.* 20: *Halocynthia.* 21: *Crodelia.*

quasi completa. La vegetazione vi è assai ridotta *(Crodelia, Peyssonnelia, Phyllophora)*, mentre è ricca la fauna:

Poriferi - *Spongia officinalis, Hippiospongia communis, Ectyon oroides, Oscarella lobularis, Axinella damicornis, Petrosia ficiformis, Hemimycale ambigua.*

Cnidari - *Corallium rubrum, Leptopsammia pruvoti, Caryophyllia smithi.*

Policheti - *Eunice torquata, Eulalia viridis, Ceratonereis costae, Lysidice ninetta.*

Sipunculoidi - *Phascolosoma granulatum.*

Briozoi - *Sertella* sp., *Porella cervicornis, Scrupocellaria scrupea.*

Molluschi - *Lithophaga lithophaga, Pecten* sp., *Nassa* sp., *Chiton* sp., *Acanthochites* sp.

Crostacei - *Calcinus ornatus, Synalpheus gambarelloides.*

Echinodermi - *Ophiothrix fragilis, Ophiopsila aranea.*

4. ZONA 30-40 m.

La superficie rocciosa non discende più con dolci pendìi, ma tende a formare pareti più o meno fortemente inclinate e ricche di anfratti. La sua copertura è anche in questo caso pari ad almeno 80%. Sono state raccolte tre specie di Alghe non rinvenute alle quote superiori (*Vidalia volubilis, Rhytiphlaea tinctoria, Sargassum* sp.) oltre alle consuete *Udotea, Peyssonnelia, Crodelia e Dilophus* (?). La fauna prevale di molto sulla flora. Poriferi e Briozoi primeggiano nella sua composizione e abbondano pure le Gorgonie, il Corallo ed i Madreporarii. Le più diverse specie appaiono spesso in stretta associazione (Figg. 3-4). La rappresentanza dei singoli gruppi è risultata come segue:

Poriferi - *Spongia agaricina, Calyx nicaensis, Petrosia ficiformis* (individui lunghi e sottili, cilindrici, violacei), *Oscarella lobularis, Ectyon oroides, Hemimycale ambigua, Axinella damicornis, A. verrucosa, A. polypoides.*

Cnidari - *Corallium rubrum* (colonie abbastanza numerose, ma di piccola statura), *Eunicella cavolinii, Paramuricea chamaeleon* (più rigogliosa ai livelli inferiori), *Parazoanthus axinellae liguricus* (su *Axinella damicornis*), *Leptopsammia pruvoti, Caryophyllia smithi, Balanophyllia italica, Cerianthus membranaceus, Eudendrium* sp.

Policheti - *Lumbriconereis coccinea, Eulalia viridis, Harmothoe spinifera, Ceratonereis costae, Leocrates claparedii,* Tubicoli indeterminati.

Nemertini - Due specie, indeterminate.

Briozoi - *Holoporella sardonica, Smittina rouvillei, S. reticulata, Folkeborgia gregaria, Puellina gattyae, Hippopodinella* sp., *Costazia caminata, Schizopodrella linearis* e var. *mammillata, Schismopora avicularis, Myriapora truncata, Porella cervicornis, Sertella complanata.*

Molluschi - *Arca barbata* (abbondante), *Lima squamosa, Lithophaga lithophaga, Pecten multistriatus* (?), *Emarginula cancellata, Bulla striata, Nassa corniculum* (?), *Rissoa* sp., *Calliostoma* sp., *Vermetus*, sp.

C r o s t a c e i - *Balanus* sp., *Dromia vulgaris*, *Pilumnus* (juv.), *Eurynome aspera.*

T u n i c a t i - Sinascidia biancastra *(Didemnum?)* su *Peyssonnelia.*

Da un'ulteriore immersione sono state riportate dalla parte più profonda della parete (circa — 40 m) alcune specie particolarmente vistose: *Spongia agaricina, Corallium rubrum, Paramuricea chamaelon, Sertella* (= *Retepora) complanata, Porella cervicornis, Hacelia attenuata.*

La piccola caverna di cui si è fatto cenno più sopra non offre uno speciale interesse e nulla è da aggiungere a quanto fu riferito intorno ad essa nel 1958 (p. 191).

Con la comparsa delle pubblicazioni intorno ai Poriferi (SARÀ, 1958), agli Cnidari (ROSSI, 1956-59), ai Briozoi (GAUTIER, 1958) e ai Policheti (BELLAN, 1958) ha avuto un sensibile incremento la conoscenza faunistica del litorale del promontorio di Portofino e inoltre è stata integrata la precedente trattazione generale (TORTONESE, 1958). Le nuove ricerche consentono di segnalare diverse specie che ancora non ci risultano note nel golfo di Genova e cioè un Ectoprocto *(Pedicellina cernua)*, due Ascidie *(Phallusia fumigata, Pyura savignyi)* ed alcuni Briozoi e Policheti che furono cortesemente identificati da GAUTIER e da BELLAN, nei cui rispettivi elenchi (1958) non figuravano. Si tratta di sei Briozoi:

Sertella complanata
Schismopora avicularis
Holoporella sardonica
Smittina rouvillei
Smittina reticulata
Folkeborgia gregaria

e di 13 Policheti:

Eunice harassii
Eunice vittata
Eunice siciliensis
Syllis variegata
Syllis amica
Trypanosyllis zebra
Nereis zonata
Potamilla reniformis
Staurocephalus rubrovittatus
Harmothoe imbricata
Euphrosyne foliosa
Glycera capitata
Leocrates claparedii

È da rilevarsi la complessiva scarsità di Ascidie, in probabile relazione con insufficienti possibilità alimentari. *Ophiopsila aranea* -- che di recente (TORTONESE, 1959) fu per la prima volta indicata nel mar Ligure in seguito al rinvenimento in questa località — è molto rara, a differenza di quanto avviene in altri ambienti a caratteristiche simili, dove questo echinoderma compare in grande numero. Con discreta frequenza si trova invece *Hacelia attenuata*, tipico esponente di un nucleo di specie termofile. Avevamo in precedenza riferito che

sugli scogli di Portofino sono rarissimi gli *Alcyonium* e che anzi *A. acaule* sembra mancare: le ulteriori ricerche hanno confermato la presenza del solo *A. coralloides*, in minima quantità (piccole masserelle attaccate alle Corallinacee).

Come risulta dai dati più sopra esposti, i Poriferi assumono una fondamentale importanza nella composizione del bentos osservato a Punta Carega. Ciò si deve sia al numero di specie presenti, sia all'abbondanza di alcune di esse, sia al fatto che questi organismi sono frequente centro di associazioni. Deve richiamarsi l'attenzione su una specie incrostante dal vivace colore rosso mattone, che si trova in quantità a rivestire tratti di roccia e conchiglie: essa fu recentemente descritta col nome di *Hemimycale ambigua* da Sarà (1960, p. 452), che la rinvenne in copia negli ambienti precoralligeno e coralligeno presso l'isola d' Ischia (Napoli). Lo stesso A. l'aveva precedentemente (1958) citata tra i Poriferi liguri attribuendola a *Stylotella inops*.

Già segnalammo (1958, p. 191) la quantità di epizoi e di endozoi esistenti su *Spongia agaricina* ed *Hippiospongia communis (= Spongia equina)*. Invertebrati diversi vivono su *Petrosia:* si sono osservati *Parazoanthus*, *Scrupocellaria*, *Peltodoris*. Un *Calyx* raccolto a Punta Carega portava all'interno della coppa una pianta di Sargasso e all'esterno, presso la base, alcune *Peyssonnelia* e piccole spugne biancastre. Anche i talli di *Crodelia* forniscono supporto e riparo a molteplici organismi. Attaccati alla loro superficie superiore abbiamo riscontrato Idroidi *(Aglaophenia, Eudendrium)*, piccole colonie di *Alcyonium* e di *Cladocora*, *Caryophyllia smithi* e un'alga verde *(Palmophyllum crassum)*. Alla superficie inferiore aderiscono Poriferi *(Sycon, Topsentia?, Cliona)* e *Chiton*, mentre Tubicoli e Briozoi *(Schizopodrella, Scrupocellaria)* si insediano ovunque. Nelle cavità interne, formate dalle lamine calcificate dei talli, si nascondono Policheti, *Phascolosoma*, piccoli *Pecten* e altri Molluschi, *Synalpheus* e giovani granchi, *Ophiothrix* e *Ophiopsila*. Peculiare associazione è quella di *Neosimnia spelta* ed *Eunicella cavolinii:* con la sua conchiglia affusolata e rosea, il gasteropode riesce notevolmente mimetico con i rami della Gorgonia.

Sopratutto nelle zone d'ombra, dove meglio si sviluppa la biocenosi coralligena, è frequente la coesistenza delle più disparate specie su uno spazio anche limitatissimo, così da costituire variopinti raggruppamenti. Su blocchi di roccia riportati da 30-40 m (Fig. 3-4) erano assiepati Poriferi (*Ectyon*, *Axinella*, *Cliona*, *Oscarella*, *Hemimycale*, *Ircinia*, ecc.), Corallo rosso, Madreporari *(Leptopsammia, Balanophyllia, Caryophyllia)*, Briozoi (*Porella*, *Sertella*, *Myriapora*, *Schizopodrella*, *Scrupocellaria*, ecc.), Tubicoli, Ascidie, qualche Mollusco. Anche in questi casi, i Poriferi apparivano in netta prevalenza nel determinare il ricoprimento del substrato. È confermata la discreta abbondanza su questa roccia di lamellibranchi endoliti *(Lithophaga, Gastrochaena)*.

Lasciamo ora da parte quanto concerne la presenza o assenza di determinate specie, nonché particolari associazioni, per considerare nel loro insieme

i popolamenti rilevati. Questi si ripartiscono nei piani infralitorale e sublitorale (continuiamo a preferire questo termine a « circalitorale » di altri AA.), poiché non abbiamo inteso soffermarci sul mesolitorale. Una fisonomia prevalentemente sciafila è senz'altro rilevabile nei popolamenti stessi: ben lo dimostra la presenza di generi come *Miniacina*, *Ectyon*, *Cliona*, *Lumbriconereis*, *Ophiopsila*, *Halocynthia*, ecc. D'altra parte, le specie osservate hanno caratteri ecologici notevolmente diversi e se alcune di esse sono tipica espressione dell'ambiente precoralligeno e coralligeno, altre sono vincolate a sedi diverse — come *Cerianthus*, che a Punta Carega alligna in piccolo numero nelle limitate aree con adatto substrato di fango e sabbia — o sono note per la loro ben maggiore valenza ecologica, come *Phascolosoma* ed alcuni Echinodermi (*Marthasterias*, *Paracentrotus*, *Ophiothrix*, *Amphipholis*), il cui habitat include così il piano infralitorale come quello sublitorale.

Sulla scogliera sommersa ove si sono svolte le nostre ricerche, il bentos di tipo sublitorale compare sulla parete fra 0 e 20 m e come si è riferito a proposito della vicina grotta, si riscontra già presso la superficie là dove una sufficiente riduzione di luce lo permette. La parete stessa è pure sede di specie mesolitorali (nella sua parte estrema superiore) e infralitorali: queste rappresentano la continuazione del popolamento che esiste sulla roccia in più dolce declivio e che può definirsi infralitorale. A dette specie si aggiungono quelle — sia animali che vegetali — a carattere sublitorale, ascrivibili alle biocenosi precoralligena e coralligena.

La biocenosi precoralligena è presente sulla roccia che gradualmente declina al disotto di − 10 m circa, cioè sul pendìo ove si conserva una discreta illuminazione che favorisce un buon sviluppo algale. *Peyssonnelia*, *Sphaerococcus*, *Udotea* e *Halimeda* sono fra le alghe partecipi di simili popolamenti sciafili. In alcuni punti, questa medesima biocenosi compare come enclave nell'ambiente infralitorale, a profondità inferiori a 10 m. Come si è detto, le si aggiunge qua e là qualche cespuglio di Posidonia. Ove si prescinda da questa pianta, appare nel complesso una facies a *Eunicella stricta*: gli alberetti di tale Gorgonia si ergono infatti in buon numero (Tav. I-II) sulla superficie rocciosa, così da avere parte preminente nel caratterizzarne l'aspetto. Riteniamo preferibile attribuire all'ambiente precoralligeno una simile facies, che altri AA. (Pérès e Picard, 1958) includono fra quelle che i Gorgonari possono determinare nel coralligeno. Elementi dell'erpetobentos coralligeno, come *Hacelia*, possono penetrarvi.

Sulla parete rocciosa al disotto di una ventina di metri, la biocenosi coralligena tende ad affermarsi sia per la composizione qualitativa e quantitativa del bentos nel suo insieme, sia per il locale aumento del numero di individui pertinenti a specie che finiscono per caratterizzare determinate facies. Tale biocenosi si collega naturalmente con insensibili gradazioni a quella precoralligena, così com'è graduale il variare dei fattori ambientali onde esse sono condizionate. Su questa parete, a illuminazione molto ridotta, il popolamento ani-

male assume una decisa prevalenza e ne sono caratteristici elementi i generi *Ectyon*, *Axinella*, *Parazoanthus*, *Corallium*, *Paramuricea*, *Leptopsammia*, *Myriapora*, *Hacelia*, *Eurynome*. Non meno tipica è la Corallinacea *Crodelia expansa*. Il Corallo rosso e le Leptopsammie, dai polipi di un bel giallo vivace, non sono numerosi; i loro coefficienti di abbondanza e di associazione — valutati secondo le scale di PÉRÈS e PICARD (1958) — sono compresi fra uno e due; ogni colonia è naturalmente considerata come un individuo. Questo complesso bentonico, nel quale si annoverano specie di diverso significato ecologico — manifestandosi quella varietà di composizione che ha riscontro in quanto fu altrove rilevato da AA. come LABOREL e VACELET (1858) — si osserva in tutti gli anfratti al disotto di una decina di metri e sulle pareti più profonde dello sperone sommerso che si protende a Punta Carega.

Siamo in presenza di un tipico « coralligeno a gorgonie » in quanto due facies sono riconoscibili sulle dette pareti: quella a *Eunicella cavolinii* (Tav. III A) a profondità minori e quella a *Paramuricea chamaeleon* a livelli più bassi (oltre 30 m). Il coefficiente di associazione è in entrambe compreso fra due e tre e la densità di popolamento è superiore a quella delle Gorgonie viventi sui declivi rocciosi meno profondi (*E. stricta* del precoralligeno), per le quali il citato coefficiente è all' incirca uguale all' unità.

Le ricerche svolte in altre zone del Mediterraneo hanno condotto ad ammettere (PICARD, 1954) la possibile, periodica sostituzione delle biocenosi precoralligena e coralligena. Un simile avvicendamento con ritmo stagionale non ha luogo nella località da noi studiata. In essa, entrambe le biocenosi esistono stabilmente; esse sono ripartite in funzione della pendenza del substrato e pertanto delle condizioni di illuminazione, e sfumano una nell'altra. Gli stessi motivi che consentono la persistente coesistenza delle biocenosi predette — e cioè una situazione ambientale che può assumersi come stabile — escludono che quella precoralligena rappresenti una fase transitoria, che prelude l' insediamento di quella coralligena destinata a sostituirla.

In conclusione, sulla scogliera sommersa di Punta Carega appare con piena evidenza come il bentos animale e vegetale, fisso e mobile, sia distribuito in rapporto ai fattori che condizionano lo stabilirsi di biocenosi fotofile o sciafile, e in questo secondo caso precoralligene o coralligene. Dal ricorrere degli stessi fattori ambientali a diversi livelli consegue la presenza di analoghe comunità bentoniche a profondità differenti e la difficoltà di riconoscere una chiara successione verticale di settori definibili per caratteri faunistici e floristici.

Le presenti ricerche conducono a un altro ordine di riflessioni. In base ai più recenti studi sulla distribuzione dell'alobio costiero, il sistema litorale è stato distinto, com'è noto, in quattro piani (sopralitorale, mesolitorale, infralitorale, sublitorale; lasciamo da parte il discusso batilitorale); i loro caratteri sono stati ricordati nel precedente scritto (1958) sulla bionomia marina di un tratto delle coste liguri. I due primi di essi si estendono largamente sulla scogliera emersa: vi ritroviamo il classico ambiente degli « organismi anfibi della

zona di marea » — molto bene illustrato da Issel (1918) — nel quale vivono anche animali estranei alla fauna marina (Insetti, ragni, ecc.).

Altra cosa sono i piani infra- e sublitorale, che interessano la scogliera sommersa e nei quali fauna e flora marina si affermano pertanto in tutta la loro varietà e con i loro più peculiari caratteri, senza che si manifestino particolari adattamenti fisiologici per sopportare prolungate emersioni; soltanto la parte superiore dell'infralitorale può trovarsi periodicamente all'asciutto, in quanto è interessata dall'oscillazione di marea, al pari del più basso settore mesolitorale.

Ove si consideri, inoltre, quanto sia graduale il passaggio — in rapporto alla composizione ed ai caratteri fisiologici — tra i popolamenti sopralitorali e mesolitorali sulla roccia emersa, e tra quelli infralitorali e sublitorali sulla roccia immersa, si avverte come la semplice quadripartizione del sistema litorale non sia in tutto soddisfacente. Essa implica una piena equivalenza tra i piani, trascurando l'evidente hiatus che si manifesta tra il mesolitorale e l'infralitorale. Non è la prima volta che l'attenzione viene richiamata su questo più accentuato passaggio tra due diversi aspetti dell'alobio costiero. Durante la discussione sulla stratificazione delle comunità marine in occasione del XV Congresso internazionale di Zoologia (Londra, 1958), venne infatti proposto di separare in un complesso definibile come « sistema neritico » i piani infralitorale e sublitorale, riservando la qualifica di « sistema litorale » agli altri due piani. Una simile restrizione del termine « litorale » non ci sembra accettabile e preferiamo conservargli il ben più ampio significato tradizionale, proponendo piuttosto di suddividere il sistema litorale in superiore (piani sopra- e mesolitorale : organismi che tollerano o esigono periodiche emersioni) e inferiore (piani infra- e sublitorale: organismi di regola sempre immersi).

Come tutte le ripartizioni — sia la loro indole sistematica, ecologica, biogeografica — anche questa non deve tuttavia ricevere un'interpretazione troppo rigida. Come si è accennato più sopra, la striscia superiore dell'infralitorale può infatti emergere, rientrando — al pari di una porzione del mesolitorale — in quella « zona intercotidale » a cui Stephenson (1949) restringe l'appellativo di « litorale », separandola dalla zona sopralitorale (emersa) e da quella infralitorale (immersa). Nella zona di marea — notoriamente di ridottissima estensione presso le coste liguri, come molte altre del Mediterraneo — vengono dunque a confluire gli ambienti meso- e infralitorale.

La mancanza di sufficiente esperienza nei riguardi dei mari a forte oscillazione di marea ci impedisce una più precisa valutazione dei rapporti tra la zona intercotidale e i predetti piani (e relativa scissione in due gruppi) ammessi nel sistema litorale. Perciò, limitandoci alle osservazioni compiute sulla scogliera ligure, continuiamo a ripartire l'alobio in quattro piani, ma insistiamo sull'opportunità di riconoscere nel sistema litorale due sezioni (sotto-sistemi ? super-piani ? divisioni ? lasciamo per ora imprecisato il termine): superiore e inferiore. Fauna e flora sono enormemente più ricche e varie

nel secondo di essi, dove a questa caratteristica positiva se ne aggiunge una negativa, di ordine fisiologico: la quasi costante incapacità a tollerare periodiche emersioni, cioè a condurre a una vita più o meno anfibia.

Se ancora una volta vengono posti in discussione schemi e concetti relativi alla bionomia bentonica marina, non è per apportare inutili modificazioni suggerite da esami critici condotti a tavolino o da una semplice tendenza innovatrice, ma per riflettere su di essi i risultati di una più matura, diretta esperienza intorno alla distribuzione del bentos lungo i nostri litorali rocciosi.

RIASSUNTO

Sono state studiate la composizione e la distribuzione del bentos fra 0 e 40 m in una piccola grotta e su uno sperone roccioso sommerso (costa sud del promontorio di Portofino). Esse risentono sopratutto delle condizioni di illuminazione dipendenti dal vario orientamento del substrato. Quando la fauna prevale sulla vegetazione, i Poriferi assumono un particolare sviluppo. I popolamenti sono sopratutto sciafili; si osservano biocenosi sia precoralligene, sia coralligene, che non presentano alternanza stagionale. Sulla parete rocciosa a biocenosi coralligena sono sviluppate una facies a *Eunicella cavolinii*, a profondità minore, e una facies a *Paramuricea chamaeleon*, più in basso, mentre la facies a *Eunicella stricta* si collega piuttosto all'ambiente precoralligeno. Vengono descritte alcune associazioni e segnalate parecchie specie non ancora note nel golfo di Genova. Si rileva l'opportunità di riconoscere una più netta separazione fra i piani sopra- e mesolitorale, cioè il sistema litorale superiore, dove vivono organismi particolarmente adattati per la vita anfibia, e i piani infra- e sublitorale (= circalitorale) cioè il sistema litorale inferiore, dove la fauna e la flora marine si affermano con i loro caratteri più tipici.

RESUMÉ

Nouvelle contribution à la connaissance du benthos sur la côte rocheuse ligurienne

On a etudié la composition et distribution du benthos entre 0 et 40 m dans une petite grotte et sur une peninsule rocheuse submergée (côte sud du promontoire de Portofino). Elles sont surtout influencées par les conditions d'illumination qui se rattachent au variable orientation du substrat. Lorsque la faune prévale sur la végétation, les Porifères ont un développement particulier. Les peuplements sont surtout sciaphiles; l'on observe des biocaenoses soit précoralligènes, soit coralligènes, qui n'ont pas d'alternance saisonnière. Sur la paroi rocheuse à biocaenose coralligène sont developpées une facies à *Eunicella cavolinii*, à une profondeur moindre, et une facies à *Paramuricea chamaeleon*, plus en bas, tandis que la facies à *E. stricta* se rattache plutôt à l'ambient précoralligène,

On décrit quelques associations et on signale plusieures espèces pas encore connues dans le golfe de Gênes. On remarque l'opportunité de séparer d'une façon plus marquée les étages supra- et mesolittorals, soit le système littoral supérieur où vivent des organismes particulièrement adaptés à la vie amphibienne, et les étages infra- et sublittoral (= circalittoral), soit le système littoral inférieur, où la faune et la flore marine s'affirment avec leurs charactères les plus typiques.

SUMMARY

A NEW CONTRIBUTION TO THE KNOWLEDGE OF BENTHOS ON THE LIGURIAN SHORE

The composition and distribution of benthos between 0 and 40 m have been studied in a small cave and on a submerged rocky peninsula (South coast of the Portofino promontory). They are chiefly influenced by the light conditions correlated with the variable orientation of the substratum. When the fauna prevails on the vegetation, Porifera have a peculiar development. The populations are chiefly sciaphil; both precoralligenous and coralligenous biocenoses are present, which do not alternate seasonally. On the rocky wall with coralligenous biocenoses, two facies are recognizable: the one with *Eunicella cavolinii* is found at a lower depth, the one with *Paramuricea chamaeleon* at a greater depth. The facies with *E. stricta* rather belongs to the precoralligenous environment. Some associations are described and several species not yet known in the bay of Genoa are recorded. The opportunity is emphasized of separating in a better way the supra- and mesolittoral levels, viz. the upper littoral system, where organisms live that are particularly adapted to an amphibious life, and the infra- and sublittoral (= circalittoral) levels, viz. the lower littoral system, where the marine fauna and flora are fully established with their more typical characters.

BIBLIOGRAFIA

Bellan, G. 1958. Contribution à l'étude des Annélides Polychètes du Golfe de Gênes. Doriana, II, *96*.

Drach, P. 1958. Perspectives in the study of Benthic Fauna of the Continental Shelf. Persp. Mar. Biol. (Univ. Calif. Press), 33-46.

Drach, P. 1959. Methodes et plane de travail pour l'éxploration biologique en scaphandre autonome. Proc. XV Int. Congr. Zool. London, 1958, 254-57.

Ernst, J. 1960. Phytosociological Methods as applied to the study of Marine Bottom Communities. Int. Oceanogr. Congr. New York, 1959 (Preprints), Washington, 151-42.

Gautier, Y. 1958. Bryozoaires de la côte Ligure. Ann. Mus. Stor. nat. Genova, LXX, 193-206.

Issel, R. 1918. Biologia marina. Milano.

Laborel, J. et Vacelet, J. 1958. Étude des peuplements d'une grotte sous-marine du golfe de Marseille. Bull. Inst. Océanogr. Monaco, *1120*.

PÉRÈS, J. M. et PICARD, J. 1949. Notes sommaires sur le peuplement des grottes sous-marines de la région de Marseille. C. R. Soc. Biogéogr. *26*, n. 227.

PÉRÈS, J. M. 1958. Manuel de Bionomie benthique de la Mer Méditerranée. Trav. Sta. Mar. Endoume.

PICARD, J. 1954. Modifications saisonnières des peuplements de l'horizon inférieur de la roche littorale. C. R. Acad. Sci., Paris, *238*, 1358.

ROSSI, L. 1956. Osservazioni ecologiche su alcuni Antozoi del golfo di Genova. Boll. Zool. XXIII (II), 237-245.

ROSSI, L. 1957. Revisione critica dei Madreporarii del Mar Ligure. Doriana, II, *76*.

ROSSI, L. 1959. Le specie di *Eunicella* (Gorgonaria) del Golfo di Genova. Ann. Mus. Stor. nat. Genova, LXXI, 203-225.

SARÀ, M. 1958. Studio sui Poriferi di una grotta di marea del golfo di Napoli. Arch. Zool. XLIII, 203-280.

SARÀ, M. 1958. Contributo alla conoscenza dei Poriferi del mar Ligure. Ann. Mus. Stor. nat. Genova, LXX, 207-244.

SARÀ, M. 1960. Poriferi del litorale dell'isola d' Ischia e loro ripartizione per ambienti. Pubbl. Staz. Zool. Napoli, XXXI (3), 421-472.

STEPHENSON, T. A. and A. 1949. The Universal Features of Zonation between tide-marks on rocky coasts. J. Ecol. *37* (2), 289-305.

TORTONESE, E. 1958. Bionomia marina della regione costiera fra Punta della Chiappa e Portofino (Riviera ligure di levante). Arch. Oceanogr. Limnol. XI (2), 167-210.

TORTONESE, E. 1959. Ecofenotipi e biologia di *Ophiothrix fragilis* (Ab.) nel golfo di Genova. Doriana, II, *100*.



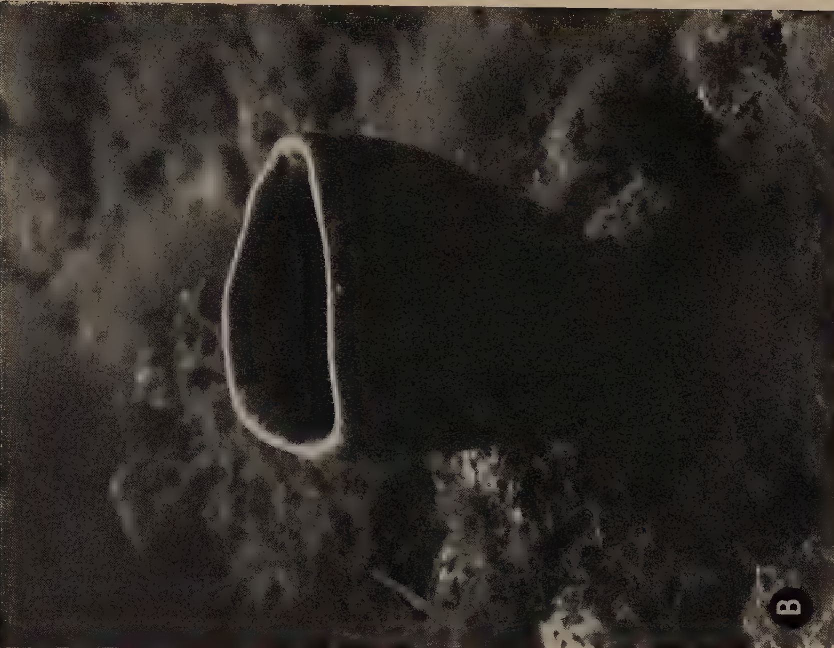
(Foto P. Cozzolino)

Tav. I - Facies precoralligena a *Eunicella stricta*. Prof. 18-20 m.



(Foto P. Cozzolino)

Tav. II - *Eunicella stricta* (Gorgonario), *Hacelia attenuata* (Asteroide) e *Paracentrotus lividus* (Echinoide). Prof. 20 m.





TAV. III - A: facies coralligena a *Eunicella cavolinii*. Prof. 25 m.
B: *Calyx nicaensis*. Prof. 25 m.

(Foto P. Cozzolino)

MIHAI BĂCESCU

Museo di Storia Naturale « Gr. Antipa » Bucarest, R. P. Romena

CONTRIBUTO ALLO STUDIO DEI *COBITIS* DELL'ITALIA SETTENTRIONALE

Grazie alla gentilezza del dr. Giuseppe Zanandrea dell' Istituto di Zoologia e Anatomia Comparata di Padova e del dr. Paul Constantinescu, che ha studiato a Bologna, ho potuto analizzare una ricca collezione di *Cobitis* provenienti dall' Italia nord-orientale nel quadro di uno studio monografico di questo genere.

I *Cobitis* italiani sono stati oggetto di numerosi lavori, a cominciare da quelli di DE FILIPPI (1859) e CANESTRINI (1866) fino a quelli di GAMBETTA (1934).

C. larvata De Filippi ha suscitato le maggiori discussioni. Basandosi sull'osservazione di un abbondantissimo materiale, Gambetta ritiene che in Italia viva solo *C. taenia* e soprattutto il « tipo » di questa specie (considera come tale la var. *puta* di Cantoni) e le sue varietà *larvata*, *conspersa*, *bilineata* e *septa* degli antichi autori. Per giungere a una tale conclusione l'A. deve avere avuto sottomano solo esemplari di *C. taenia*.

Nei 14 lotti di *Cobitis* da me studiati ho potuto trovare, oltre alle due sottospecie di *C. taenia*, due rappresentanti del gruppo *C. aurata* De Filippi.

Un lavoro dettagliato e riccamente illustrato su questi *Cobitis* sarà prossimamente pubblicato nei « Travaux du Museum Gr. Antipa » (Vol. III, 1961, Bucuresti).

Qui esporrò alcune delle conclusioni alle quali sono giunto:

1) Nelle acque dell' Italia settentrionale (bacini dei fiumi Po, Brenta e Dese) non esiste *Cobitis taenia taenia* L. Almeno a giudicare dalla letteratura consultata e dal materiale esaminato, nessuna popolazione di *Cobitis* presenta *una macchia nera unica* alla base della pinna codale, come si vede nel tipo di Linneo.

Questo è sostituito dalla var. *puta* di Cantoni, che deve essere quindi considerata una buona razza geografica, *C. t. puta* (Cantoni).

2) In alcuni fiumi (Guà e Dese, secondo il nostro materiale) abita un altro rappresentante del gruppo *Cobitis*, s. g. *Cobitis* (con un dimorfismo sessuale riguardante le pinne pettorali — in primo luogo la comparsa delle squame di Canestrini (Fig. 1)). Si tratta di *C. t. bilineata* di Canestrini, che deve essere pure considerata almeno una distinta sottospecie; essa ha tra l'altro una squama di Canestrini molto caratteristica (con l'estremità arrotondata e incurvata verso l'esterno (Fig. 1, A)). In *C. t. puta* questa parte è più

o meno parallela agli articoli giustapposti del raggio che raddoppia il raggio ispessito che la sostiene (Fig. 1, B). La guaina tegumentale che la circonda (punteggiata) è pure allungata.

Oltre a questi due rappresentanti del sottogenere *Cobitis* s.s., nella Pianura Padana si trovano — il che è ancora più interessante — due discendenti dei *Cobitis* pericaspici e pontici, appartenenti quindi al gruppo *Sabanejewia* di Vladykow.

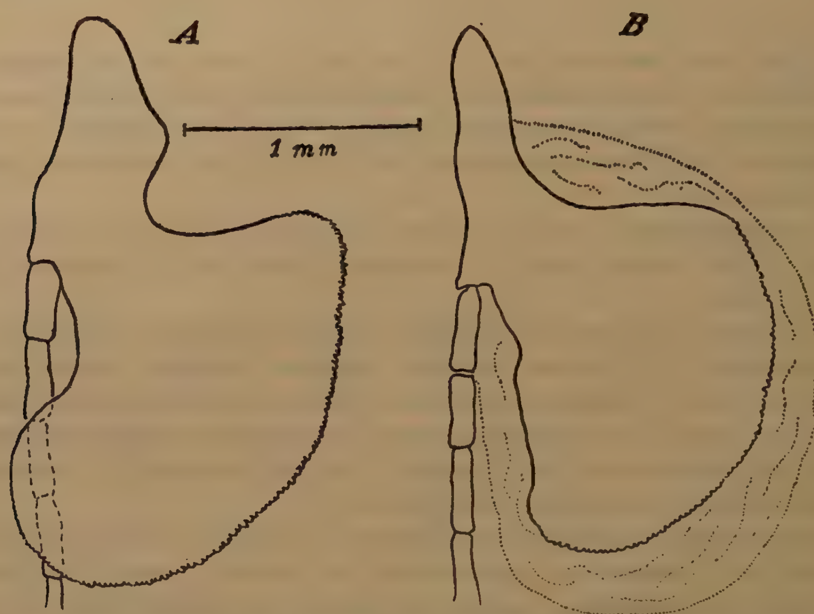


Fig. 1 - Squame di Canestrini di *Cobitis* italiani: A) *Cobitis taenia bilineata* Canestrini (♂ = 6,2 cm del Guà); B) *C. taenia puta* Cantoni (♂ = 5,3 cm del Canal Bianco) (Orig.)

Ricordiamo che questo sottogenere è soprattutto caratterizzato da dimorfismo sessuale; nei maschi, che hanno press'a poco le stesse dimensioni delle femmine, si ha un forte rigonfiamento muscolare davanti alla dorsale e un altro meno pronunciato dietro la dorsale (Fig. 2, b).

In particolare si tratta di:

3) *Cobitis conspersa* Cantoni, considerata da tutti, seguendo Gambetta, una semplice varietà di colorazione di *C. taenia*.

È questa una specie molto comune, a giudicare dalle stazioni studiate (23 esemplari provenienti dai fiumi Guà, Dese, Brenta).

4) Il *Cobitis larvata* De Filippi di Bergantino (Fig. 2, b), per la sua forma appiattita, per la spina del paraetmoide, per la colorazione, ecc. è una specie strettamente imparentata con *C. caspia* (Eichwald) dei corsi d'acqua che si versano nella parte meridionale del Mar Caspio (Fig. 2, a); ha lo stesso profilo.

Queste due ultime specie differiscono da qualsiasi altra sottospecie di *Cobitis taenia*, anche se non siamo in presenza di ♂♂ adulti, soltanto per avere 14 raggi nella codale invece di 16 (non più dell'1% fa eccezione a questa regola, sia che si tratti di popolazioni imparentate con *C. taenia* che con *C. larvata*).

Tra i 300 *Cobitis* italiani che abbiamo potuto studiare non è stato rinvenuto alcun *Cobitis* che potesse rientrare nella var. *septa* Cant.; sembra che questa pure appartenga al gruppo *Sabanejewia*.



Fig. 2 a - *Cobitis caspia* (Eichwald) del Caspio meridionale; ♀ ovigera (= 7 cm.); b) *Cobitis larvata* De Fil., Bergantino, Italia, ♂ (= 7 cm.) con rigonfiamenti (frecce) muscolari dimorfici (Orig.)

C. larvata e *C. conspersa* sono dei relitti terziari molto interessanti tra i pesci d'acqua dolce del bacino nord-occidentale dell'Adriatico.

Il fatto che sinora in Italia si siano confusi i *Cobitis* d'origine ponto-caspica con i discendenti di *C. taenia taenia* ha occultato il carattere così originale della fauna ittiologica dell' Italia settentrionale.

Se è vero come ha recentemente concluso U. D'Ancona (1960) che « le acque interne con la loro spesso recente origine e con la forte variabilità nel tempo e nello spazio rappresentano un ambiente particolarmente favorevole allo studio dei processi microevolutivi » siamo convinti che le specie e le unità infraspecifiche del genere *Cobitis* dell' Italia Settentrionale possono costituire un materiale, almeno altrettanto buono come i Salmonidi, per lo studio del processo di isolamento genetico, del potere selettivo e della speciazione nei diversi fiumi e corsi d'acqua, ecc.

L'esatta distribuzione delle specie e delle sottospecie di *Cobitis* citate (e forse anche altre) negli affluenti dei fiumi dell' Italia nord-orientale, distribuzione legata ai fattori microclimatici, trofici, ecc., attuali e passati, come pure l'ecologia e lo studio genetico di ciascuna forma, sono certamente dei problemi meritevoli d'attenzione.

I *Cobitis* della Pianura Padana (Italia settentrionale) possono essere così distinti:

1 (6). Codale con 16 raggi (♂, ♀) (1). Grande differenza di dimensioni nei due sessi (♂♂ = 5-6 cm; ♀♀ = 8-11 cm). Pinna pettorale dei ♂♂ provvista di una escrescenza del 2° raggio, la cosidetta squama di Canestrini (fig. 1A e B). Spina sottorbitale affilata (sua lunghezza 5× o più della larghezza) con 2 lunghe punte:

Sottogenere *Cobitis* s. str. (L.) 2

2 (3). U n a s o l a macchia sopracodale nettamente marcata e molto persistente, di un nero ± intenso:

Cobitis taenia taenia
(che sembra assente dall' Italia settentrionale) 3

3 (2). Due macchie ± ovali alla base del peduncolo codale, la superiore scompare nei liquidi di conservazione, l'inferiore ± accentuata, più bruna che nera

4

4 (5). Macchie color sabbia-brunastre, grandi, molto evidenti sul dorso e sui fianchi, squama di Canestrini ± triangolare (fig. 1 B):

Cobitis taenia puta Cant.

5 (4). Macchie ± divise sul dorso e ± confuse sui fianchi in una striscia laterale bruno-rossastra, che raddoppia la zona II di Gambetta, squama di Canestrini arrotondata all'estremità e incurvata verso l'esterno (fig. 1 A):

Cobitis taenia bilineata Canestrini

6 (1). Codale con solo 14 raggi (♂, ♀). Uguali dimensioni nei due sessi (raramente di + di 8 cm (♂, ♀). Nei ♂♂ un rigonfiamento della muscolatura toracica avanti la dorsale. Due macchie allungate sul peduncolo codale, più spesso confuse in una sola fascia trasversale scura, che segna la base della codale. Spina sottorbitale corta e allargata (Lu: La = 4-4,5) con rami meno divergenti:

Sottogenere *Sabanejewia* Vlad. 7

7 (8). Fenditura della spina sottorbitale superante appena la metà del diametro dell'occhio. Colorazione brunastro-violacea, squame ampiamente embricate; barbigli corti, quelli del 3° paio non superano i 2 mm e raggiungono appena il margine anteriore dell'occhio. Non ben visibile una cresta prominente sul tronco codale:

Cobitis (Sabanejewia) conspersa Cant.

---

(1) Molto rare eccezioni (p. es. 15 raggi), non più dell' 1%.

8 (7). Forma del corpo ± appiattita (fig. 2 a). Fenditura sottorbitale tagliata simmetricamente rispetto all'occhio. Colorazione bruno-rossastra, squame sparse che si toccano appena qua e là (imbricate solo in qualche zona), barbigli lunghi (2-3 mm), creste evidenti sul tronco codale:

Cobitis (Sabanejewia) larvata De Filippi

Nota. - In questa chiave non è compresa una 5ª forma di *Cobitis* italiano, il *C. septa*, — e certo non l'ultima — non disponendosi di dati sufficienti per ascriverla a uno dei due sottogeneri.

SUMMARY

Contribution to the study of *Cobitis* in Northern Italy

In Northern Italy *Cobitis taenia taenia* is lacking. *C. t. bilineata* Canestrini living in some North-Italian rivers is a distinct subspecies. *C. conspersa* is a color variety of *C. taenia*. *C. larvata* is near to *C. caspia*. Dichotomic key of the North-Italian species.

BIBLIOGRAFIA

Băcescu, M. 1943. Deux poissons nouveaux pour la faune de la Roumanie: *Cobitis aurata balcanica* Karaman et *Cobitis caspia romanica* n. ssp. Bul. Sci. Acad. Roum. XXVI, 133-142.

Berg, L.S. 1949. Rîbî presnîh vod SSSR i sopredelenîh stran. Acad. Nauk Moskva.

Canestrini, G. 1866. Prospetto critico dei pesci d'acqua dolce d'Italia. Modena.

Cantoni, E. 1882. Sulla variabilità del Cobite fluviale (*Cobitis taenia* L.). R. C. Ist. lombardo, ser. II, XV (11).

D'Ancona, U. 1960. Speciazione e selezione nelle acque interne. Accad. Lincei, Evoluzione e genetica. Roma.

De Filippi, F. 1859. Nouvelle espèce de poisson d'eau douce du Piémont. Rev. Mag. Zool. XXII.

Gambetta, L. 1934. Sulla variabilità del Cobite fluviale (*Cobitis taenia* L.) e sul rapporto numerico dei sessi. Boll. Mus. Zool. Anat. comp. Torino, XLIV, 297-324.

Tortonese, E. 1952. Ricerche sistematico-faunistiche sui Pesci d'acqua dolce dell'Anatolia. 1. *Cobitidae*. Boll. Ist. Mus. Zoll. Univ. Torino, *3*.

Vladykov, V. 1928. Über sekundären Geschlechtsdimorphismus bei unseren Cobitiden. Zool. Jahrb. Syst. *55*, 147-161.

Armando Faganelli

PRIMI RISULTATI RELATIVI ALLA CONCENTRAZIONE DEI SALI NUTRITIVI NELLE ACQUE DEL MARE MEDITERRANEO CENTRALE E MARI ADIACENTI

1. - Il direttore dell' Istituto Sperimentale Talassografico di Trieste, prof. Mario Picotti, in occasione delle crociere talassografiche realizzate nel quadro dell'Anno Geofisico Internazionale, ha voluto affiancare alla ricerca principale (determinazioni delle correnti secondo il metodo di Bjerkenes) altre indagini di carattere secondario sempre tuttavia attinenti al programma stabilito in sede internazionale per l'anno geofisico.

Una delle questioni che più interessa il Mediterraneo è quella rappresentata dalla concentrazione dei sali nutritivi nelle acque del medesimo. Si consideri a tal proposito la grande scarsezza di dati riguardanti il problema anzidetto, soprattutto nel senso di un'indagine non limitata a zone costiere, come nel caso dell'Ercegović, dello Stundl, del Nümann ed ultimamente di Bernard e del Buljan. I dati di questi ricercatori, pur dando un serio affidamento, rappresentano condizioni particolari di zone costiere che spesso sono profondamente diverse da quelle marine vere e proprie.

Tralasciando i risultati del Natterer, ottenuti durante le crociere annuali delle navi « Pola » e « Taurus » dal 1890 al 1893, nel Mediterraneo orientale, risultati che non possono essere accolti senza riserve a causa dei metodi analitici poco esatti di allora, noi possiamo parzialmente riferirci a quelli relativi alla crociera della nave « Dana » del 1930.

Nel corso di tale crociera, Thomsen effettuò 25 stazioni distribuite nel mare Jonio, nel Tirreno e nel Mediterraneo centrale; nel nostro caso, oltre che nell'area suddetta, abbiamo esteso le ricerche anche nell'Adriatico. Le stazioni, per un complesso di 60, sono state così distribuite: 20 nell'Adriatico, 22 nello Jonio (situate in 4 trasversali), le restanti nel Tirreno (6) e nel Mediterraneo centrale (12), includendo le trasversali: Africa-Sardegna e Africa-Sicilia.

Lo scopo di questo lavoro che investe un periodo di tempo di oltre due anni, dato che le ricerche sono state ripetute con andamento stagionale, è di rendere noti solamente alcuni dei dati e precisamente quelli del Mare Tirreno e del Mediterraneo centrale, ottenuti con la crociera effettuata nel maggio del 1958, quelli del Mare Adriatico e Jonio con le crociere dell'aprile e del giugno del 1960; tutti gli altri dati, con le relative conclusioni, saranno comunicati prossimamente, in una relazione completa che attualmente è in corso di elaborazione.

Per ora ci limitiamo ai risultati riguardanti le determinazioni del fosforo, dell'azoto nitrico, dell'azoto nitroso e del silicio; tuttavia solamente il fosforo e l'azoto nitrico sono stati considerati sia nella crociera del 1958 che in quelle del 1960.

I metodi di determinazione sono stati i seguenti: per il fosforo il metodo di Deniges, per l'azoto nitrico il metodo di riduzione secondo M. J. Mullin e J. P. Riley, per l'azoto nitroso il metodo di K. Bendschneider e R. J. Robinson, per il silicio il metodo di Dienert Wandenbulke; le operazioni colorimetriche vennero effettuate con l'ausilio di un elettrofotometro Elko II della casa Zeiss, installato a bordo a tale scopo.

2. - Nell' Alto Adriatico abbiamo individuato una zona di massima concentrazione per i sali nutritivi che sono oggetto della nostra ricerca; tale zona ha i suoi valori più elevati in rapporto alle foci dei fiumi.

In prossimità della foce del Po, i valori raggiungono gli indici massimi, che si attenuano gradualmente man mano che ci si allontana.

Appare molto verosimile che gli apporti fluviali debbano essere la causa di tale situazione dato che, altrove, il mare Adriatico appare piuttosto povero per ciò che riguarda la concentrazione dei predetti sali.

L'azione delle acque provenienti dal continente è già stata considerata da molti ricercatori come un importante fattore per l'incremento delle acque marine in sali nutritivi; Brandt, ad esempio, pone in relazione i valori di concentrazione del mare del Nord e del Baltico occidentale con i fiumi che sfociano in tali zone.

Nel nostro caso giova osservare che, a differenza di ciò che succede lungo la costa dalmata, le acque fluviali attraversano territori ricchi di vegetazione, dotati di concimazione fosfatica ed azotata. È ovvio che una notevole parte di tali sostanze finisce col defluire nei fiumi e quindi nel mare, ad opera delle acque dilavanti.

Una comprova di quanto affermiamo, è data dal parallelismo dei valori da noi ritrovati con quelli della torbidità, determinati da N. Jerlov nella crociera del 1955; tale fatto appare logico quando si pensi che, torbidità e concentrazione dei sali nutritivi sono entrambe legate ai deflussi fluviali.

A favore delle nostre considerazioni sta anche l'andamento della concentrazione dei sali nutritivi in rapporto alla profondità, nelle stazioni sufficientemente prossime alle foci fluviali; soprattutto per l'azoto e per il fosforo si osservano valori elevati in superficie e più depressi negli strati inferiori. Tale fatto si spiega tenendo presente che le acque dei fiumi si mescolano lentamente con quelle marine e le acque salmastre risultanti, data la minore densità, permangono per lungo tempo in superficie.

Altri valori di concentrazione relativamente elevata, inferiori tuttavia a quelli riscontrati nell'Alto Adriatico, compaiono lungo la costa della penisola italiana.

TABELLA 1 - **Mare Adriatico** - Silicio; Si mg/m³

N. Stz.	Data	PROFONDITÀ IN METRI (*)																				
		5	10	15	20	30	35	45	50	75	100	150	195	200	250	300	500	650	750	950	1000	1500
51	26/2 1960	66	—	48	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
52	26/2 »	—	51	—	77	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
53	26/2 »	190	—	348	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
54	27/2 »	—	262	—	191	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
55	27/2 »	153	—	144	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
56	27/2 »	—	129	—	133	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
57	27/2 »	146	—	—	141	—	—	42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
59	29/2 »	—	89	—	—	81	—	—	115	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
60	29/2 »	86	—	—	84	—	—	—	—	78	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
61	29/2 »	—	89	—	—	—	—	—	77	—	74	78	215	—	—	—	—	—	—	—	—	—
62	29/2 »	84	—	—	—	81	—	—	—	—	—	156	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
63	29/2 »	—	78	—	—	—	—	—	84	—	84	—	—	226	—	—	—	—	—	—	—	—
64	1/3 »	94	—	—	91	—	—	—	—	71	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
65	2/3 »	—	88	—	—	—	—	—	45	—	33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
66	2/3 »	45	—	—	—	—	—	—	42	—	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
67	2/3 »	—	33	—	—	40	—	—	—	42	—	—	—	45	—	—	—	—	—	—	—	—
68	2/3 »	—	—	—	36	—	—	—	—	—	—	—	—	—	77	—	105	—	—	105	—	—
69	2/3 »	—	—	64	—	—	—	—	64	—	—	108	—	—	—	—	—	—	140	—	—	—
71	4/3 »	—	102	—	—	108	—	—	—	89	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
73	24/3 »	55	—	—	104	—	—	—	100	—	86	—	—	110	—	—	—	—	—	—	—	—
77	26/3 »	157	—	—	122	—	119	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(*) Le profondità in metri segnate nelle colonne delle varie tabelle indicano, per brevità, le quote prestabilite all'inizio della stazione, senza tener conto delle correzioni che si devono applicare per l'inclinazione del filo.

Le quote vere raggiunte dallo strumento, a correzioni applicate, si possono rilevare dalle tabelle generali dei dati di crociera.

Dato che la stessa quota preventivata, con inclinazioni variabili, raggiunge profondità diverse, anche se distanti una dall'altra di pochi metri, si è ritenuto preferibile riportare nelle tabelle la prodondità assegnata anzichè quella corretta, in quanto, in questo secondo caso, le tabelle sarebbero state più estese.

TABELLA 2 - **Mare Adriatico** - Nitrati; N_2-NO_3 mg/m^3

N. Stz.	Data		PROFONDITÀ IN METRI																			
			5	10	15	20	30	35	45	50	75	100	150	195	200	250	300	500	650	750	950	1000
51	26/2	1960	25	—	19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
52	»	»	—	26	—	24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
53	»	»	19	—	19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
54	27/2	»	—	44	—	29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
55	»	»	104	—	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
56	»	»	—	12	—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
57	»	»	8	—	—	8	—	—	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
59	29/2	»	—	8	—	—	8	—	—	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
60	»	»	8	—	—	8	—	—	—	—	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
61	»	»	—	13	—	—	—	—	—	10	—	15	15	62	—	—	—	—	—	—	—	—
62	»	»	10	—	—	—	13	—	—	—	—	36	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
63	»	»	—	10	—	—	—	—	—	11	—	19	—	—	63	—	—	—	—	—	—	—
64	1/3	»	31	—	—	19	—	—	—	—	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
65	2/3	»	—	17	—	—	—	—	—	7	—	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
66	»	»	3	—	—	—	—	—	—	7	—	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
67	»	»	—	3	—	—	3	—	—	—	5	—	—	—	10	—	—	—	—	—	—	—
68	»	»	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	22	—	33	—	—	35	—
69	»	»	—	9	—	—	—	—	—	9	—	—	35	—	—	—	—	—	—	30	—	—
71	4/3	»	10	—	—	—	10	—	—	—	11	—	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—
73	24/3	»	8	—	—	10	—	—	—	12	—	6	—	—	25	—	—	—	—	—	—	—
77	26/3	»	18	—	—	8	—	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

TABELLA 3 - **Mare Adriatico** - **Fosforo**; P-PO_4^- mg/m^3

N. Stz.	Data		PROFONDITÀ IN METRI																		
			5	10	15	20	30	35	45	50	75	100	150	200	250	300	500	650	750	950	1000
51	26/2	1960	3,0	—	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
52	»	»	—	3,5	—	4,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
53	»	»	9,5	—	3,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
54	27/2	»	—	8,1	—	6,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
55	»	»	5,4	—	4,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
56	»	»	—	3,4	—	2,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
57	»	»	1,6	—	—	1,7	—	—	1,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
59	29/2	»	—	3,7	—	—	2,5	—	—	3,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
60	»	»	1,9	—	—	3,0	—	—	—	—	1,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
61	»	»	—	7,1	—	—	—	—	—	2,5	—	2,1	2,4	6,9	—	—	—	—	—	—	—
62	»	»	1,5	—	—	—	2,5	—	—	—	—	—	3,2	—	—	—	—	—	—	—	—
63	»	»	—	5,3	—	—	—	—	—	1,8	—	2,7	—	6,0	—	—	—	—	—	—	—
64	1/3	»	1,0	—	—	1,5	—	—	—	—	2,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
65	2/3	»	—	2,0	—	—	—	—	—	1,2	—	1,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
66	»	»	2,0	—	—	—	—	—	—	2,9	—	1,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
67	»	»	—	2,8	—	—	1,1	—	—	—	4,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
68	»	»	—	—	—	0,9	—	—	—	—	—	—	—	—	2,4	—	2,4	—	—	4,2	—
69	»	»	—	—	—	—	—	—	—	1,3	—	—	2,0	—	—	—	—	—	2,8	—	—
71	4/3	»	—	1,5	—	—	1,5	—	—	—	1,4	—	1,5	—	—	—	—	—	—	—	—
73	24/3	»	2,5	—	—	8,1	—	—	—	1,3	—	1,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—
77	26/3	»	4,6	—	—	2,4	—	2,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Oltre ai deflussi costieri che, in ogni caso, avranno una notevole influenza, dobbiamo considerare l'esistenza di una corrente in direzione sud-est, che lambendo la costa italiana convoglia le acque adriatiche attraverso il canale d'Otranto, nello Jonio. Nella trasversale Capo S. Maria di Leuca - Isola di Fanòs, le concentrazioni di azoto nitrico e di silicio sono relativamente elevate sotto la costa italiana e decrescono progressivamente avvicinandosi alla costa greco-albanese.

Ad eccezione delle zone prossime alle foci dei fiumi o alla costa, le concentrazioni nelle acque profonde superano quelle degli strati superficiali dove, tra l'altro, dobbiamo tenere presente le particolari condizioni delle zone eufotiche.

Le punte massime non si trovano tuttavia nelle maggiori profondità adriatiche e sotto questo aspetto merita un particolare accenno la fossa che si estende attraverso l'Adriatico da Pescara a Zara; tale fossa raggiunge una profondità di poco superiore ai 260 m ed è piuttosto ristretta nel senso della larghezza. In essa, nel 1955, Picotti riscontrò una anormale situazione termica per le acque di fondo le quali presentavano una temperatura aggirantesi sui 10° C. mentre, come si sa, generalmente, la temperatura del Mediterraneo, anche nelle maggiori profondità, non scende al disotto dei 13° se non in via eccezionale e soltanto per valori di qualche decimo di grado.

Il fenomeno viene spiegato come dovuto allo scivolamento sul fondo marino delle acque dell'Adriatico settentrionale che d'inverno si raffreddano notevolmente essendo poco profonde (nel febbraio 1948, a 2 miglia al largo di Chioggia, la temperatura delle acque presso il fondo era 7°,6); tale scivolamento convoglia nella cavità della fossa suddetta una poderosa massa di acqua che viene sottratta alla circolazione adriatica e permane conservando le basse temperature di tipo invernale.

Nel caso dei sali nutritivi noi abbiamo osservato le massime concentrazioni adriatiche appunto nel fondo di tale fossa; si tratta di valori che sono di gran lunga superiori a quelli che si ritrovano nelle altre stazioni adriatiche, alle quote di 200 m, ed ancora nettamente superiori ai valori che si ritrovano più a sud, nella fossa Monopoli-Durazzo, alla profondità intorno ai 1000 m.

Per spiegare la particolare ricchezza di sali nutritivi noi adottiamo l'ipotesi del Picotti, cioè il fatto dello scivolamento nella fossa, di masse d'acqua costiere provenienti dall'Alto Adriatico.

Tali acque, particolarmente ricche di sali nutritivi per le immissioni fluviali, lo sono ancora maggiormente in quanto trattasi di acque fredde, invernali, in cui la riserva di sali nutritivi non è diminuita dalle attività fitoplanctoniche che, com'è noto, sono deboli nella stagione invernale.

Concludendo ciò che si è detto per il mare Adriatico, affermiamo che nel complesso si tratta di un mare povero in sali nutritivi; una particolare importanza viene ad avere il bacino dell'Alto Adriatico, meno povero, a causa delle

TABELLA 4 - Mare Jonio - Silicio; Si mg/m³

N. Stz.	Data	Profondità in metri																					
		5	10	15	20	30	35	45	50	75	100	150	195	200	250	300	500	650	750	950	1000	1500	
B	5/3 1960	—	83	112	—	—	—	92	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
D	5/3 »	—	104	—	—	—	—	68	—	57	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
F	9/3 »	128	—	—	—	64	—	—	—	68	62	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
H	9/3 »	79	—	—	72	—	—	68	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	5/3 »	113	—	—	—	—	—	—	88	—	87	—	—	—	—	124	—	180	—	—	—	—	—
5	5/3 »	79	—	—	—	—	—	—	62	—	74	—	—	—	125	—	—	—	—	—	—	—	—
7	5/3 »	128	—	—	—	—	—	—	126	—	128	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	22/3 »	—	97	—	—	—	—	—	—	88	—	62	—	—	—	83	—	—	—	—	—	—	—
18	22/3 »	—	62	—	—	—	—	—	—	71	—	112	—	—	—	129	—	—	—	—	286	—	—
20	18/3 »	112	—	—	—	—	—	—	99	—	86	—	—	—	—	126	—	—	155	—	177	267	—
21	18/3 »	—	91	—	—	—	—	—	—	92	—	88	—	—	—	—	136	—	—	—	—	—	—
24	10/3 »	53	72	—	—	—	—	—	—	60	—	—	—	—	—	71	105	—	—	—	—	—	—
26	9/3 »	—	67	—	—	53	—	—	—	58	—	57	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
27 bis	9/3 »	—	64	—	—	64	—	—	—	63	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
29	18/3 »	123	—	—	—	—	—	—	112	—	112	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
32	18/3 »	60	—	—	87	—	—	—	86	—	79	—	—	—	—	112	73	—	—	—	—	—	—
34	19/3 »	—	56	—	—	—	—	—	—	56	—	82	—	—	—	134	—	—	—	—	210	—	—
36 b	19/3 »	—	82	—	—	—	—	—	—	71	—	112	—	—	—	123	—	—	215	—	—	262	—
38	19/3 »	—	99	—	—	—	—	—	—	79	—	110	—	—	—	—	155	—	—	—	248	—	—
40	20/3 »	—	99	—	—	79	—	—	—	62	—	71	—	—	—	68	—	—	—	—	—	—	—

TABELLA 5 - **Mare Jonio** - Nitrati; N_2-NO_3^- mg/m³

N. Stz.	Data		Profondità in metri																				
			5	10	15	20	30	35	45	50	75	100	150	195	200	250	300	500	650	750	950	1000	1500
B	5/3	1960	—	4	—	12	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
D	»	»	—	3	—	—	—	—	—	4	—	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
F	9/3	»	5	—	—	—	7	—	—	—	10	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
H	»	»	17	—	—	8	—	—	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	5/3	»	3	—	—	—	—	—	—	3	—	3	—	—	—	—	23	—	47	—	—	—	—
5	»	»	5	—	—	—	—	—	—	2	—	3	—	—	—	30	—	—	—	—	—	—	—
7	»	»	13	—	—	—	—	—	—	11	—	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	22/3	»	—	15	—	—	—	—	—	—	10	—	4	—	—	—	20	—	—	—	—	—	—
18	»	»	—	4	—	—	—	—	—	—	6	—	37	—	—	—	47	—	—	—	—	92	—
20	18/3	»	3	—	—	—	—	—	—	2	—	2	—	—	—	—	19	—	—	50	—	63	—
21	»	»	—	2	—	—	—	—	—	—	2	—	6	—	—	—	—	48	—	—	—	—	—
24	10/3	»	9	11	—	—	—	—	—	—	9	—	—	—	—	—	23	38	—	—	—	—	—
26	9/3	»	—	7	—	—	6	—	—	—	3	—	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
27bis	»	»	—	7	—	—	6	—	—	—	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
29	18/3	»	3	—	—	—	—	—	—	4	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
32	»	»	1	—	—	1	—	—	—	2	—	5	—	—	—	—	23	34	—	—	—	—	—
34	19/3	»	—	3	—	—	—	—	—	—	1	—	4	—	—	—	27	—	—	56	—	63	—
36b	»	»	—	2	—	—	—	—	—	—	5	—	30	—	—	—	44	—	—	65	—	—	68
38	»	»	—	3	—	—	—	—	—	—	13	—	26	—	—	—	—	54	—	—	—	71	—
40	20/3	»	—	11	—	—	6	—	—	—	7	—	27	—	—	—	49	—	—	—	—	—	—

Tabella 6 - Mare Jonio - Fosforo; P mg/m³

N. Stz.	Data		Profondità in metri																			
			5	10	15	20	30	35	45	50	75	100	150	195	200	250	300	500	650	750	950	1000	1500
B	5/3	1960	—	1,1	—	1,1	—	—	—	0,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
D	»	»	—	1,0	—	—	—	—	—	1,3	—	1,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
F	9/3	»	3,5	—	—	—	1,5	—	—	—	3,2	1,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
H	»	»	1,6	—	—	1,6	—	—	5,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	5/3	»	2,3	—	—	—	—	—	—	1,4	—	0,9	—	—	—	—	1,8	—	5,1	—	—	—	—
5	»	»	1,3	—	—	—	—	—	—	0,8	—	1,0	—	—	—	2,2	—	—	—	—	—	—	—
7	»	»	1,0	—	—	—	—	—	—	1,2	—	1,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	22/3	»	—	1,2	—	—	—	—	—	—	1,4	—	1,1	—	—	—	2,7	—	—	—	—	—	—
18	»	»	—	0,7	—	—	—	—	—	—	0,9	—	1,5	—	—	—	4,0	—	—	—	—	5,5	—
20	18/3	»	1,1	—	—	—	—	—	—	1,3	—	1,0	—	—	—	—	2,6	—	—	4,6	—	4,8	—
21	»	»	—	1,9	—	—	—	—	—	—	1,8	—	1,5	—	—	—	—	3,5	—	—	—	—	—
24	10/3	»	3,5	3,9	—	—	—	—	—	—	1,5	—	—	—	—	—	1,6	3,4	—	—	—	—	—
26	9/3	»	—	3,0	—	—	1,9	—	—	—	0,9	—	1,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
27 bis	»	»	—	2,2	—	—	2,2	—	—	—	1,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
29	18/3	»	2,6	—	—	—	—	—	—	1,5	—	1,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
32	»	»	0,6	—	—	2,7	—	—	—	1,4	—	2,1	—	—	—	—	3,5	4,5	—	—	—	—	—
34	19/3	»	—	1,9	—	—	—	—	—	—	2,3	—	2,0	—	—	—	3,3	—	—	5,8	—	5,9	—
36 bis	»	»	—	2,3	—	—	—	—	—	—	2,4	—	3,2	—	—	—	5,7	—	—	7,4	—	—	7,7
38	»	»	—	2,7	—	—	—	—	—	—	2,7	—	3,5	—	—	—	—	6,0	—	—	—	7,7	—
40	20/3	»	—	1,1	—	—	3,1	—	—	—	3,1	—	2,8	—	—	—	5,6	—	—	—	—	—	—

immissioni fluviali; per la stessa ragione, relativamente ricca appare la massa d'acqua che lambendo la costa italiana si dirige verso il canale d'Otranto.

In paragone con i dati rilevati da NÜMAN ed ERCEGOVIĆ le acque adiacenti alla costa italiana appaiono più ricche che non quelle adiacenti alla penisola dell' Istria; per la Dalmazia invece M. BULJAN e M. MARINKOVICH rilevano valori che, almeno per il silicio e il fosforo, si accordano con i nostri; in ogni caso, più a sud, lungo le coste della Grecia, le acque ioniche costiere sono nettamente più povere di sali nutritivi.

3. - Nel mare Jonio la concentrazione dei predetti sali, limitatamente agli strati superficiali (5-10 m) non presenta un particolare rilievo.

Nei confronti dei valori ritrovati nell'Adriatico, silicio e fosforo manifestano concentrazioni molto basse con qualche incremento (abbastanza netto) nelle stazioni prossime alle coste italiane ed anche greche.

Più interessanti sono i dati relativi ai nitrati. Sempre vicino alle coste (specie le coste italiane) gli incrementi sono relativamente forti rispetto ai valori delle stazioni d'alto mare. Le stazioni: 7 (S. Maria di Leuca), 16 (Capo Colonne), 41 (Capo Spartivento) danno valori che riconfermano la maggiore concentrazione delle acque costiere osservata nell'Adriatico, ma in sostanza potrebbe ancora trattarsi delle correnti adriatiche dirette a sud e lambenti le coste della penisola.

Una maggiore concentrazione di azoto nitrico troviamo nelle stazioni comprese nel parallelo tra Malta e Creta con valori assimilabili a quelli ritrovati con grande frequenza nel Mediterraneo centrale.

Nello Jonio, le concentrazioni di profondità pervengono a valori massimi. Per il silicio si arriva a 300 mg/m^3, ma i valori più frequenti sono sui 250 mg/m^3 e questo dato si accorda con le concentrazioni del silicio nelle acque superficiali atlantiche che entrano nel Mediterraneo attraverso Gibilterra.

Per il fosforo, le concentrazioni più frequenti sono date da 6 mg/m^3, ma non mancano anche i valori di 7 mg/m^3 e qualche valore anche maggiore. Per l'azoto nitrico i valori massimi sfiorano i 100 mg/m^3 senza superarli, mentre i valori più frequenti sono sui 60-70 mg/m^3; nel complesso si tratta di dati che si accordano molto bene con quelli rilevati da THOMSEN nell'area VI, corrispondente alla nostra in esame (cfr. H. Thomsen: Nitrate and phosfate contents of Mediterranean water. Op. cit., pag. 9).

Dobbiamo notare ancora che delle 4 trasversali joniche, le due più meridionali, hanno concentrazioni di profondità nettamente maggiori delle due site più a nord e questo fatto deve anzitutto porsi in relazione con le maggiori profondità delle due trasversali meridionali; in base a questa osservazione è anche giusto affermare che le acque joniche procedenti verso nord, nell'Adriatico non debbono essere quelle profonde, come invece suppone BULJAN nel suo lavoro: The nutrient salts in the Adriatic Waters (pag. 13), a proposito dell'azoto nitrico nel bacino meridionale dell'Adriatico.

Mare Jonio; Capo Matapan - Malta

Tabella 7 - Silicio; Si mg/m^3

N. Stz.	Data anno 1960	Profondità in metri																		
		5	10	30	50	75	100	200	400	500	700	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	4700
D*	15/6	110	—	130	—	—	122	212	301	—	329	—	—	—	—	—	—	—	—	—
B*	16/6	67	—	11	—	0	—	108	104	—	294	—	—	—	—	—	—	—	—	—
C*	17/6	69	—	89	—	100	—	112	125	—	239	—	—	—	—	—	—	—	—	—
E*	17/6	74	—	112	—	88	—	97	130	—	236	—	317	—	—	301	—	—	—	330
α	20/6	—	100	—	87	—	—	274	—	—	250	—	280	—	311	—	—	—	—	—
β	19/6	—	74	—	—	—	63	—	—	117	—	284	—	305	—	—	274	—	—	—
γ	18/6	—	89	—	—	—	—	—	—	330	—	374	—	311	—	308	—	—	—	—

Tabella 8 - Nitrati N_2-NO_3^- mg/m^3

N. Stz.	Data anno 1960	5	10	30	50	75	100	200	400	500	700	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	4700
D*	15/6	7	—	7	—	—	10	22	40	—	51	—	60	—	—	—	—	—	—	—
B*	16/6	21	—	9	—	12	—	13	19	—	52	—	—	—	—	—	—	—	—	—
C*	17/6	17	—	17	—	18	—	25	36	—	62	—	—	—	—	—	—	—	—	—
E*	17/6	15	—	22	—	10	—	23	29	—	59	—	86	—	—	55	—	—	—	76
α	20/6	—	25	—	12	—	—	53	—	—	81	—	79	—	65	—	—	—	—	—
β	19/6	—	12	—	—	—	20	—	—	43	—	70	—	—	—	—	63	—	—	—
γ	18/6	—	13	—	—	—	10	—	—	57	—	87	—	77	—	82	—	—	—	—

Tabella 9 - Fosforo; P mg/m^3

N. Stz.	Data anno 1960	5	10	30	50	75	100	200	400	500	700	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	4700
D*	15/6	1,4	—	3,7	—	—	9,7	1,2	1,6	—	1,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—
B*	16/6	0,3	—	1,2	—	4,1	—	6,5	—	—	6,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
C*	17/6	2,3	—	2,8	—	1,7	—	2,2	2,3	—	5,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
E*	17/6	2,2	—	2,3	—	2,3	—	4,6	3,1	—	6,6	—	6,6	—	—	5,8	—	—	—	5,8
α	20/6	—	1,5	—	3,9	—	—	6,3	—	—	7,1	—	6,5	—	10,4	—	—	—	—	—
β	19/6	—	0,3	—	—	—	1,2	—	—	4,1	—	6,1	—	—	—	—	6,0	—	—	—
γ	18/6	—	1,6	—	—	—	4,8	—	—	5,9	—	6,1	—	5,0	—	—	5,5	—	—	—

4. - Il fenomeno di emersione di acque profonde appare, invece, in maniera sorprendentemente evidente, nella zona tirrenica compresa tra la costa settentrionale della Sicilia e la occidentale calabra.

Il fatto è già stato osservato da THOMSEN, ma noi abbiamo avuto modo di metterlo bene in evidenza e non solo per ciò che concerne l'azoto nitrico, ma anche per ciò che riguarda il fosforo.

Concentrazioni dell' N nitrico e del fosforo nella zona compresa tra la costa nord della Sicilia e la Calabria.

Prof. m	Stazione 222		Stazione 206	
	N_2-NO_3^- mg/m^3	P mg/m^3	N_2-NO_3^- mg/m^3	P mg/m^3
2	67	8	95	14
30	51	3	67	4
100	8	6	7	3
400	15	8	8	2,5
1000	65	10	86	10

Prof. m	Stazione 216		Stazione 225	
	N_2-NO_3^- mg/m^3	P mg/m^3	N_2-NO_3^- mg/m^3	P mg/m^3
2	76	6	—	—
30	8	1	39	13
100	8	2	30	3
400	—	—	9	10
1000	—	—	9	7,5

Il fenomeno, che è avvertito nettamente nelle stazioni 225, 206, 222, 216, comprende un'area limitata da 3° di longitudine ed 1° di latitudine, ma potrebbe avere una espansione maggiore, nel senso dei paralleli, dato che non abbiamo fatto stazioni tirreniche a latitudine superiore a 39° nord.

La tabella suesposta ci permette di osservare che lo strato superficiale presenta concentrazioni molto elevate sia per l'azoto nitrico, sia per il fosforo; tali concentrazioni elevate, proprie com'è noto ai grandi fondali, decrescono, nel caso specifico, molto rapidamente e cioè entro uno strato di qualche decina di metri, in modo da raggiungere, nei livelli sottostanti, i normali valori deboli, propri allo strato superficiale; successivamente si ha un regolare incremento verso il fondo, come succede nell'andamento delle concentrazioni dei sali nutritivi.

È giusto pensare che lo strato superficiale sia costituito da un corpo d'acqua di origine profonda sovrapposto alle acque tirreniche e poiché nello Stretto di Messina è dimostrato senza ombra di dubbio, sia da studi idrografici (Vercelli-Picotti), sia da motivi biologici (esistenza di fauna abissale in acque superficiali), che le acque joniche profonde risalgono in superficie, noi identifichiamo lo strato superficiale anzidetto con quello delle acque joniche profonde che provenendo dallo Stretto di Messina si espandono nel Tirreno.

Data l'ampiezza dell'espansione osserviamo che le caratteristiche chimiche di diversi corpi d'acqua si mantengono inalterate per lungo tempo e affermiamo in proposito che i dati di concentrazione dei sali nutritivi hanno un concreto valore per individuare un determinato corpo d'acqua e possono essere convenientemente sfruttati nel riconoscimento delle correnti marine.

5. - Le concentrazioni dei sali nutritivi relative al Mediterraneo centrale, nelle trasversali Golfo di Cagliari - Capo Ferrat e Capo Bon - Trapani, hanno messo in evidenza concentrazioni notevolmente elevate sia in superficie che in profondità.

Per le quote profonde, al disotto di 500 m, perveniamo ai soliti valori

TABELLA 10 - **Mediterraneo Centrale e Tirreno** - Fosforo; P mg/m^3

N. Stz.	Data	Profondità in metri							
		2	10	30	50	100	400	500	1000
222	22/4 1958	8,3	—	3,2	—	6,2	8,4	—	10,2
206	» »	14,3	—	3,6	—	3,0	2,5	—	10,4
213	21/4 »	3,2	—	1,6	—	3,9	—	5,8	—
216	» »	6,2	—	1,3	—	2,3	—	—	—
225	22/4 »	—	—	12,7	—	2,9	9,8	—	7,5
254	28/4 »	—	5,6	—	—	6,1	9,1	—	9,6
255	» »	—	5,6	—	—	7,1	—	9,6	14,0
256	» »	—	5,9	—	—	5,5	—	14,2	—
258	27/4 »	—	5,7	—	8,3	—	—	—	—
259	» »	—	3,7	—	6,0	13,5	—	—	—
260	» »	—	3,7	—	—	6,4	—	—	—
262	» »	—	5,6	—	5,5	—	—	—	—
264	» »	—	6,1	—	6,4	—	—	—	—
265	» »	—	5,8	—	6,1	—	—	—	—
266	» »	—	6,7	—	6,0	—	—	—	—
267	» »	—	—	6,5	—	—	—	—	—
269	26/4 »	—	6,6	—	6,0	—	—	—	—

mediterranei con l'azoto nitrico in ragione di 70-90 mg/m^3; per il fosforo osserviamo concentrazioni analogamente elevate (nella staz. 255 a m 500 si perviene a 14 mg/m^3); l'incremento del fosforo interessa soprattutto le stazioni situate sulla direttrice Golfo di Cagliari - Capo Ferrat.

Nelle stazioni costiere africane e in quelle situate sulla direttrice Capo Bon - Trapani, le profondità sono modeste tuttavia le concentrazioni di fosforo e di azoto sono nettamente più elevate di quelle riscontrate altrove, alle medesime quote; si tratta di concentrazioni oscillanti dai 4 ai 7 mg/m^3 per il fosforo, dai 6 ai 30 mg/m^3 per l'azoto nitrico.

Riteniamo che i suddetti valori, caratteristici del Mediterraneo centrale, siano da porsi in relazione con le masse d'acqua atlantiche provenienti da Gibilterra, notoriamente più ricche in fatto di sali nutritivi.

Per tale zona, mentre i valori relativi dell'azoto nitrico risultano inferiori a quelli ritrovati da Thomsen nella corrispondente area III, per il fosforo succede l'opposto. Nel caso dei dati di Thomsen è strano che a concentrazioni di 65-75-90 mg/m^3 di azoto nitrico non debba far riscontro una concentrazione anche minima di fosforo; altri dati rilevati al largo di Algeri da Bernard rendono invece assolutamente possibili i dati da noi rilevati.

Tabella 11 - **Mediterraneo Centrale e Tirreno** - Nitrati; N_2-NO_3^- mg/m^3

N. Stz.	Data		Profondità in metri							
			2	10	30	50	100	400	500	1000
222	22/4	1958	67	—	51	—	8	15	—	65
206	»	»	95	—	68	—	7	8	—	87
213	21/4	»	3	—	3	—	6	—	1	—
216	»	»	76	—	8	—	8	—	—	—
225	22/4	»	—	—	39	—	30	9	—	9
254	28/4	»	—	13	—	—	36	58	—	73
255	»	»	—	11	—	—	29	—	69	91
256	»	»	—	8	—	—	15	—	74	—
258	27/4	»	—	30	—	20	—	—	—	—
259	»	»	—	6	—	8	23	—	—	—
260	»	»	—	30	—	—	35	—	—	—
262	»	»	—	17	—	13	—	—	—	—
264	»	»	—	11	—	11	—	—	—	—
265	»	»	—	14	—	12	—	—	—	—
266	»	»	—	15	—	14	—	—	—	—
267	»	»	—	—	11	—	—	—	—	—
269	26/4	»	—	14	—	14	—	—	—	—

Non abbiamo esposto alcun valore medio come altri ricercatori hanno fatto (ivi compreso il THOMSEN) perché riteniamo simili espressioni affatto significative. Un determinato ambiente marino ha una concentrazione di sali nutritivi dipendente da quella delle diverse masse d'acqua che interessano la zona e che varia nel tempo per motivi diversi (idrografici, meteorologici, biologici ecc.).

Egualmente non analizziamo l'indice del rapporto N/P riservandoci di farlo nel lavoro che comprenderà i dati di tutte le crociere.

TABELLA 12 - **Mediterraneo Centrale e Tirreno** - Nitriti; N_2-NO_2^- mg/m^3

N. Stz.	Data		Profondità in metri							
			2	10	30	50	100	400	500	1000
222	22/4	1958	0	—	0,5	—	0,2	0	—	0
206	»	»	0,4	—	0	—	0	0,2	—	0
213	21/4	»	2,1	—	1,1	—	3,4	—	—	—
216	»	»	0,3	—	0	—	0,9	—	—	—
225	22/4	»	—	—	0	—	0	0	—	0
254	28/4	»	—	0,5	—	—	3,2	0,5	—	0,6
255	»	»	—	0,6	—	—	3,1	—	2,4	1,1
256	»	»	—	0,5	—	—	1,1	—	1,4	—
258	27/4	»	—	2,7	—	1,7	—	—	—	—
259	»	»	—	1,9	—	1,5	3,8	—	—	—
260	»	»	—	1,2	—	—	2,5	—	—	—
262	»	»	—	1,9	—	1,8	—	—	—	—
264	»	»	—	2,1	—	2,1	—	—	—	—
265	»	»	—	2,0	—	1,9	—	—	—	—
266	»	»	—	3,1	—	3,1	—	—	—	—
267	»	»	—	—	1,6	—	—	—	—	—
269	26/4	»	—	2,1	—	5,2	—	—	—	—

Ringrazio il prof. Mario Picotti che mi ha affidato lo studio di questo interessante problema; egualmente ringrazio i dott.ri Davide Bregant e Nevio Lepore, il sig. Ivo Luca, rispettivamente assistenti e tecnico presso l' Istituto Sperimentale Talassografico di Trieste, che mi hanno aiutato nel mio compito.

Le crociere di cui tratta il presente lavoro sono state fatte a bordo della Nave Idrografica « Staffetta », della corvetta « Urania » e della Nave Scuola « Gazzella ». Ai comandanti, agli ufficiali, ai marinai che ci hanno aiutato materialmente e moralmente nel nostro lavoro, non sempre facile, va il nostro pensiero riconoscente.

La crociera riguardante la zona più meridionale dello Jonio è stata promossa dalla Marina Militare Italiana, le altre due crociere rientrano invece nel quadro dell' A.G.I. e sono state effettuate sotto gli auspici del C.N.R.

RIASSUNTO

Si dà notizia di alcuni risultati significativi per ciò che concerne la distribuzione dei sali nutritivi nel Mediterraneo centrale e mari adiacenti.

Nel mare Adriatico appare con evidenza una maggiore concentrazione nel bacino settentrionale; tale fatto viene messo in relazione soprattutto con le emissioni fluviali. Anche nelle acque adiacenti la penisola italiana si nota una maggior concentrazione dei sali nutritivi e ciò viene pure spiegato come conseguenza delle emissioni costiere ma non deve escludersi l'influenza della corrente discendente che convoglia le acque dell'Alto Adriatico in direzione S-E, verso il Canale d'Otranto, lungo la costa italiana.

Un fatto importante è osservato nella fossa Pescara-Zara dove, nel fondo della medesima (poco più di 260 m), le concentrazioni dei sali nutritivi raggiungono i valori massimi per l'Adriatico.

Nelle quattro trasversali ioniche si osserva un graduale incremento di concentrazione procedendo da nord verso sud; nella trasversale meridionale, tra Malta e Creta, si raggiungono valori che, specialmente per il fosforo, si collegano con quelli osservati altrove nel canale di Sicilia e più ad ovest, di fronte alla costa tunisina.

Nelle profondità mediterranee si raggiungono i massimi valori rilevati in tutta la zona studiata.

Nel mare Tirreno, nella zona compresa tra la costa nord della Sicilia e la Calabria, si nota, in superficie, la comparsa di valori di elevata concentrazione, caratteristici delle acque profonde. Tale fenomeno, già considerato dal Thomsen, viene spiegato in armonia con fatti idrografici, per cui le acque profonde dello Jonio rimontano in superficie nello stretto di Messina, espandendosi nel Tirreno fino a distanze veramente notevoli.

SUMMARY

Preliminary results on the nutrient salts concentration in the waters of the Mediterranean and adjacent seas.

An account is given on the first results concerning the distribution of nutrient salts in the central Mediterranean and adjacent seas.

In the Adriatic sea a great concentration is found in the northern basin and this mainly depends upon the rivers flowing into that area. A higher concentration of nutrients has been observed also in the waters closer to the Italian side. This may also be due to the influence of rivers as well as to the influence of the descending current which conveys the waters of the north Adriatic in direction S-E along the Italian coast, towards the Otranto Canal.

Quite interesting is what has been observed in the trench (pit) Pescara-Zara where at the bottom, at a depth of about 260 m, the concentration of nutrient salts reaches the maximum values for the Adriatic.

A gradual increase in concentration, especially of phosphorus, is observed in the four Jonian transversals going from North to South; in the southern transversal, between Malta and Creta, values are reached which are in agreement with those observed in the Sicily Canal and by the Tunisian coast.

Over the whole area inspected, the maximum values are found in the deepest waters.

In the Tyrrhenian sea, high concentration values of the order characteristic for deep waters are found at the surface in the area between northern Sicily and Calabria. This finding, already considered by Thomsen, may be related to some hydrographic factors such as the remount of the deep Jonian waters in the straits of Messina and their further expansion in the Tyrrhenian sea until remarkable distances.

BIBLIOGRAFIA

Bendschneider, K. - Robinson, R. J. 1952. A new spectrophotometric method for the determination of nitrite in sea water. J. Mar. Res. *11*, 87.

Bernard, F. 1956. Eaux atlantiques et mediterranéennes au large de l'Algerie. Ann. Inst. océanogr. 231.

Bernard, F. 1960. Distribution verticale des sels nutritifs et du phytoplancton en Mediterranée. Essai sur l'epaisseur de la coche a photosynthèse. Rapp. Comm. int. Mer Médit. XV (2).

Brandt, K. 1929. Phosphate und Stickstoffverbindungen als Minimumstoffe fur die Produktion im Meere. Rapp. Cons. Explor. Mer. *53*,5.

Brandt, K. 1929. Stickstoffverbindungen im Meere. Wiss. Meeresuntersuch. Abt. Kiel *20*, 203.

Buljan, M. 1953. The nutrients salts in the Adriatic waters. Acta adriat. *5* (9).

Buljan, M. - Marinković M. 1956. Some data on Hydrography of the Adriatic (1946-51). Acta adriat. *7* (12).

D'Ancona, U. - Picotti, M. 1958. Crociera talassografica adriatica 1955. I. Relazione Generale. Arch. Oceanogr. Limnol. XI (2).

Deniges, G. 1920. Réaction de Coloration extremement sensible des phosphates et des arseniates. C. R. Acad. Sci. *171*, 802.

Dienert, F. - Wandenbulke, F. 1889. Sur le dosage de la Silice dans les eaux. C. R. Acad. Sci. *176*, 1478.

Ercegović, A. 1934. Température, salinité, oxygène et phosphates dans les eaux cotières de l'Adriatique Oriental moyen. Acta adriat. [*1*] (5).

Ercegović, A. 1936. Études quantitative et qualitative du phytoplancton dans les eaux cotières de l'Adriatique oriental moyen au cours de l'année 1934. Acta Adriatica [*1*] (9).

Faganelli, A. 1954. Il trofismo della Laguna Veneta e la vivificazione marina. 1°. Ricerche Idrografiche. Arch. Oceanogr. Limnol. IX.

Faganelli, A. 1959. Nota preliminare sulla concentrazione dei sali nutritivi rilevata nel mare Adriatico durante la crociera del 1955. Boll. Soc. adriat. Sci. nat. L. 45.

Jerlov, N. G. 1958. Distribution of suspended material in the Adriatic Sea. Arch. Oceanogr. Linnol. XI, 227.

MALDURA, C. 1952. I fattori chimici nella valutazione dello stock biologico del Mediterraneo. Boll. Pesca, Piscic. XXVIII, (2).

MULLIN, J. K. - RILEY, J. P. 1955. The determination of nitrate in Sea water and other natural waters. Anal. It. chim. acta *12*, 464.

NATTERER, K. 1892. Chemische Untersuchungen im Östlichen Mittelmeers. 1°: Reise S. M. Schiffes « Pola » im Jahre 1890. Ber. Comm. Erforsch. Östlich. Mittelmeres, in: Denkschr. Akad. Wiss. Wien *59*, 83.

NATTERER, K. 1892. Chemische Untersuchungen im Östlichen Mittelmeers. 2°: Reise S. M. Schiffes « Pola » im Jahre 1891. Ber. Comm. Erforsch. Östlich. Mittelmeeres, in: Denkschr. Ak. Wiss. Wien *59*, 105.

NATTERER, K. 1893. Chemische Untersuchungen im Östlichen Mittelmeers. 3°: Reise S. M. Schiffes « Pola » im Jahre 1892. Ber. Comm. Erforsch. Östlich. Mittelmeres, in: Denkschr. Ak. Wiss. Wien *60*, 49.

NATTERER, K. 1894. Chemische Untersuchungen im Östlichen Mittelmeers. 4°: Reise S. M. Schiffes « Pola » in Jahre 1893. Ber. Comm. Erforsch. Östlich. Mittelmeeres, in: Denkschr. Ak. Wiss. Wien *61*, 23.

NÜMANN, W. 1941. Der Nahrstoffhaushalt in nordöstlichen Adria. Thalassia (2).

PICOTTI, M. 1957. Primi risultati delle crociere talassografiche 1955 e 1957 nell'Adriatico. Atti VII Conv. ann. Ass. geofis. ital.

PICOTTI, M. 1960. Crociera talassografica adriatica 1955. III. Tabelle delle osservazioni fisiche, chimiche, biologiche e psammografiche. Arch. Oceanogr. Limnol. XI (3).

STUNDL, K. 1938. Jahreszeitliche Schwankungen in den Küstengewässern bei Rovigno d' Istria. Ann. Hydrogr. marit. Met. *66*, 175.

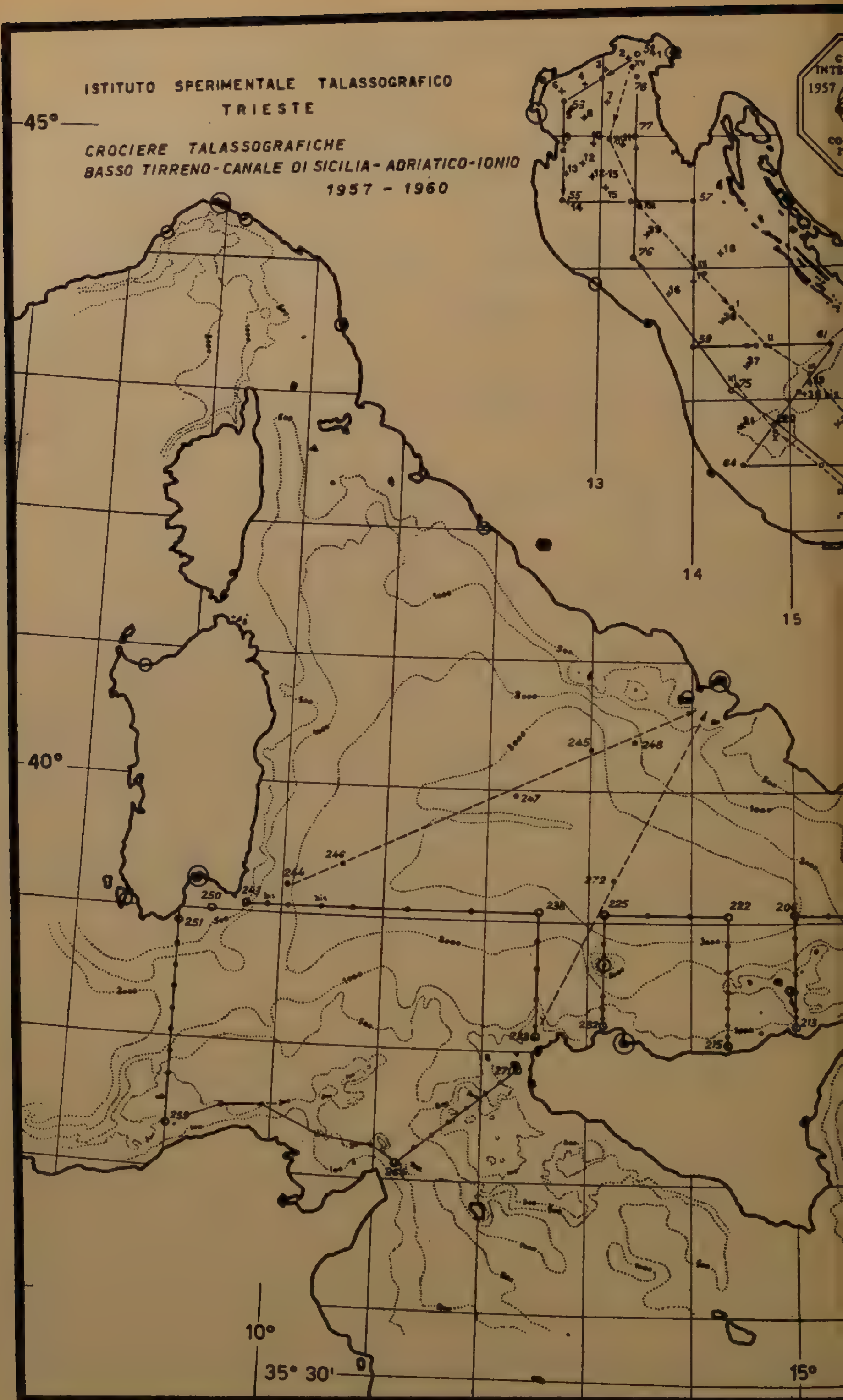
SVERDRUP, H. U. - JOHNSON, M. W. - FLEMING, R. H. 1946. The Oceans. Their physic, chemistry and general biology. New York.

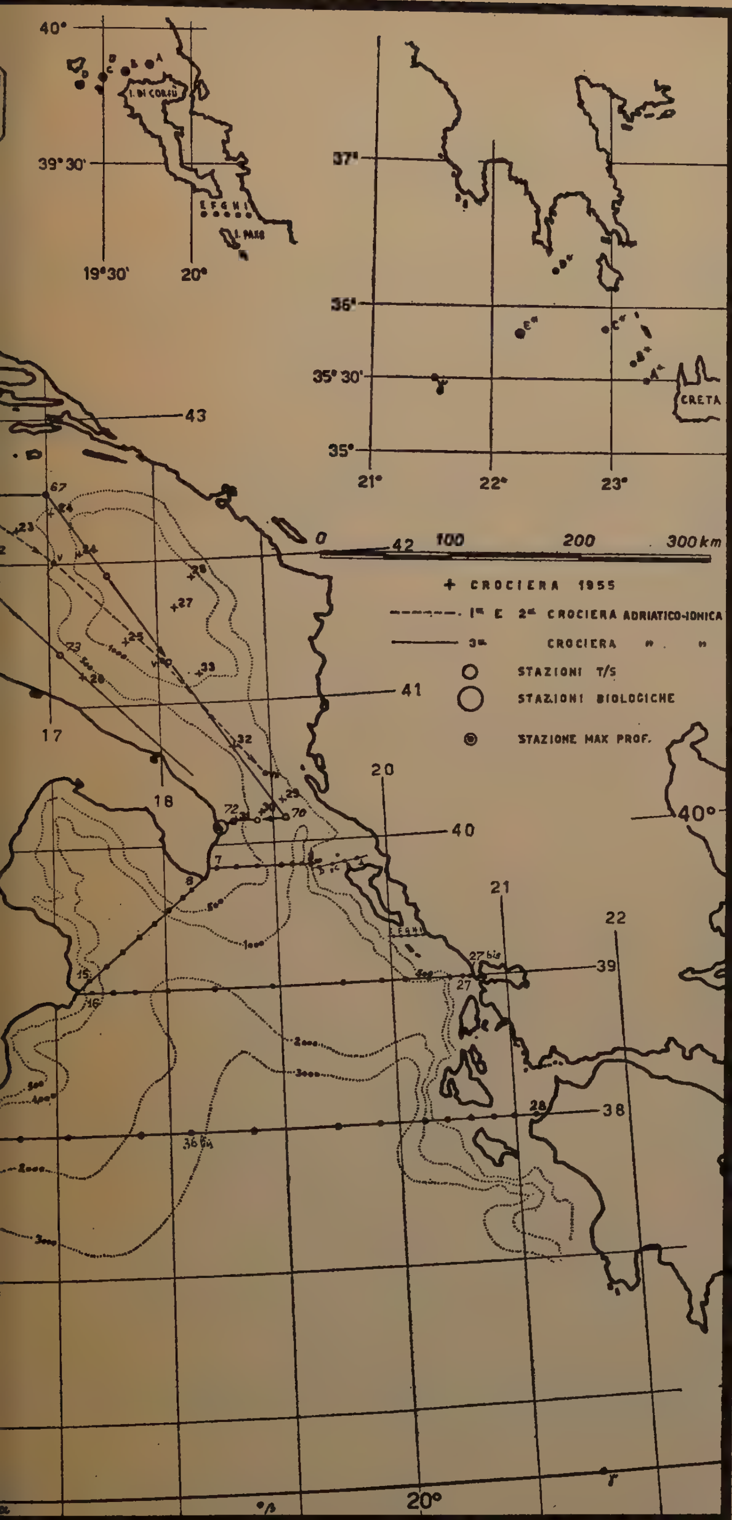
THOMSEN, H. 1931. Nitrate and phosphate content of Mediterranean water. Rep. Danish oceanogr. Exped. Medit. (6).

THOMSEN, H. 1937. Hydrographical observations made during the « Dana » expedition 1928-30. Dana Rep. *12*.

VERCELLI, F. - PICOTTI, M. 1926. Il regime fisico-chimico delle acque nello stretto di Messina. Comm. int. Medit.

WATTENBERG, H. 1937. Critical Review of the methods used for Determining Nutrient salts and Related Constituents in Salt Water. Rapp. Cons. Explor. Mer. CIII.


ISTITUTO SPERIMENTALE TALASSOGRAFICO
TRIESTE
CROCIERE TALASSOGRAFICHE
BASSO TIRRENO - CANALE DI SICILIA - ADRIATICO - IONIO
1957 - 1960
45°
40°
10°
35° 30'
15°
13
14
15



40°
39°30'
19°30'
20°
I. DI CORFÙ
37°
36°
35° 30'
35°
21°
22°
23°
CRETA
43
42
41
40
39
38
17
18
20
21
22
40°
20°
0
100
200
300 km
+ CROCIERA 1955
1ª E 2ª CROCIERA ADRIATICO-IONICA
3ª CROCIERA
STAZIONI T/S
STAZIONI BIOLOGICHE
STAZIONE MAX PROF.

Notiziario

Relazione del Direttore sull'attività del Centro Nazionale di Studi Talassografici del CNR per l'anno 1960

Desidero anzitutto dare il benvenuto ai colleghi che sono stati nominati dal Presidente del CNR a costituire la Commissione di consulenza scientifica del Centro (lettera del Segretario generale del CNR del 24 maggio 1960) e particolarmente a quelli che partecipano per la prima volta alle nostre riunioni.

Di fronte al grande sviluppo che le ricerche oceanografiche stanno prendendo nella maggior parte dei paesi culturalmente progrediti e della sempre più intensa collaborazione internazionale in tale campo, si rende necessario un maggiore incremento degli studi talassografici anche nel nostro Paese.

Nel quadro dell'attività del Consiglio Nazionale delle Ricerche deve essere perciò maggiormente sviluppata l'organizzazione funzionale di questo Centro.

I problemi che si prospettano per rendere più efficiente il Centro stesso riguardano il personale, i mezzi finanziari, la sistemazione edilizia.

Personale scientifico e tecnico.

Primo e più importante problema è a mio avviso quello di disporre di personale scientifico e tecnico specializzato. La mancanza nell'organizzazione universitaria di organi destinati all'indagine oceanografica rende necessario un particolare intervento del CNR con la creazione di un organico di ricercatori e di tecnici che possano trovare uno sviluppo di carriera soddisfacente, che non li induca a rimanere in questo campo di attività soltanto temporaneamente per passare poi ad altre forme di attività scientifica o pratica.

Attualmente il Centro, la cui attività ha preso inizio effettivo soltanto da pochi anni, è organizzato su un piano modesto che non può essere ritenuto definitivo, ma che deve rappresentare il punto di partenza per uno sviluppo maggiore.

Per quanto riguarda il personale scientifico, oltre al biologo dott. Paolo Franco assunto a contratto, presta servizio in forma provvisoria il chimico dott. Aldo Tiso, in attesa di essere assunto pure a contratto. Il dott. Agostino Parise già borsista presso il Centro ha vinto una borsa NATO, con la quale si è recato presso l' Istituto di Zoologia dell' Università di Washington a Seattle, ove continua i suoi studi sui Rotiferi.

Collaborano al Centro con attività parziale le dott. Anna Maria Giacomelli, Anna Maria Varagnolo, Gabriella Burlini, Teresa Ermoli, Anna Maria Carli.

Da questa condizione è necessario passare al più presto a una organizzazione del personale scientifico sulla base del nuovo piano organico dei ricercatori approvato recentemente dal CNR (vedi decreto del Presidente del 1-XII-1960).

Nel quadro di tale piano ritengo indispensabile che al Centro siano assegnati 5 posti di ricercatore, che in relazione con i diversi indirizzi degli studi del mare, dovrebbero essere ripartiti nel modo seguente: 1 fisico, 1 chimico, 1 geologo, 2 biologi.

La collaborazione sotto una direzione comune di questi studiosi a preparazione fondamentale diversa renderebbe possibile la programmazione di ricerche oceanografiche multilaterali secondo gli sviluppi più attuali degli studi del mare.

Naturalmente questo stato maggiore di ricercatori dovrebbe essere affiancato da un congruo numero di aiutanti di laboratorio e tecnici, da assumere secondo il piano predisposto per tale categoria di persone dal CNR (vedi decreto del Presidente del 22-XII-1960).

In particolare nel caso del nostro Centro si rende necessaria l'assunzione di una decina di aiutanti e tecnici con diversa specializzazione, che dovrebbero comprendere un capobarca, un motorista, un meccanico di officina, un analista chimico, un calcolatore, un tecnico adibito alla manutenzione degli strumenti, un tecnico microscopista, un preparatore di materiale biologico, un disegnatore, un fotografo.

Soltanto con l'assegnazione al Centro di un simile organico di ricercatori, aiutanti e tecnici, oltre al personale amministrativo esistente e al necessario personale subalterno, si potrà organizzare un Centro di ricerche talassografiche degno di questo nome.

Non mi nascondo l'opportunità che questo programma sia realizzato per gradi e che in via provvisoria sia necessario continuare a supplire al personale scientifico mancante con borse di studio o con retribuzione a fattura, rispettivamente al personale tecnico con avventizi.

È comunque opportuno che al Centro vengano assegnate delle borse di studio e che siano assegnati i mezzi finanziari necessari a pagare le retribuzioni, che ora cominciano a gravare troppo sulla modesta dotazione.

Mezzi finanziari.

Per dare uno sviluppo anche modesto all'attività del Centro, pur allo stato attuale della sua organizzazione, è necessario che la dotazione ordinaria sia aumentata dagli attuali 10 milioni a 15 milioni di lire, come appare evidente dai bilanci consuntivo e preventivo.

Sistemazione edilizia.

Durante l'anno sono stati sistemati al piano terreno dell'ala nuova un altro laboratorio e una stanza termostatica. Si è provveduto pure ad allestire nel giardino una tettoia magazzino per la conservazione dei materiali sempre più numerosi e spesso ingombranti.

Tutto ciò rappresenta soltanto una sistemazione provvisoria. Per lo sviluppo prossimo del Centro si rende urgente una sistemazione completa di tutta la proprietà edilizia del CNR tratta dalla Fondazione Canonica onde rendere utilizzabili tutti gli edifici, ora in gran parte in affitto.

È stato perciò predisposto un progetto di massima, che prevede la conservazione, oltre che della palazzina sulla Riva dei 7 Martiri e del nuovo edifizio retrostante, anche dell'edifizio di abitazione addossato a quest'ultimo e della casa ove ha sede l'Osservatorio di Pesca. Dovrebbero essere invece demoliti gli edifizi fatiscenti situati lungo la calle S. Domenico. Al posto di questi dovrebbe essere costruito un unico edifizio su piano terreno e due piani soprastanti, collegato con gli edifizi già esistenti. In tal modo il Centro verrebbe ad accrescere la superficie utile dei suoi locali di circa 2200 mq.

Il progetto redatto dall'ing. Giulio Brunetta, direttore dell'Ufficio tecnico dell'Uni-

versità di Padova, prevede per questo completamento edilizio una spesa complessiva di L. 85.000.000, che potrebbe essere ripartita in un certo numero di annualità.

Mi auguro che gli organi direttivi del CNR approvino questo progetto e che in pochi anni si possa giungere alla creazione di un vero e completo Centro di Studi Talassografici.

Mezzi nautici.

Altro problema essenziale, che fortunatamente si avvia ad essere risolto è quello dei mezzi nautici.

L'anno scorso avevo già prospettato il programma di allestimento di una motobarca adatta alle ricerche in mare aperto ravvicinato con una sufficiente sicurezza e autonomia.

A tal fine usufruendo di un primo contributo di 10 milioni di lire del CNR si era provveduto ad acquistare uno scafo di legno della lunghezza di m 16,40 e della stazza lorda di tonn. 24,840.

Quest'anno abbiamo avuto la grande fortuna che il Comitato scientifico della NATO, venendo incontro alle nostre necessità, ci ha concesso con molta generosità un contributo di dollari 32.000.

Data questa maggior disponibilità di mezzi, dopo aver sentito il consiglio dei tecnici, abbiamo ritenuto opportuno abbandonare l'idea della sistemazione del vecchio scafo e progettare uno nuovo corrispondente meglio alle nostre necessità. Il vecchio scafo verrà perciò venduto e verrà costruito uno scafo nuovo press'a poco della medesima lunghezza, ma probabilmente un po' più largo e più alto di ponte onde consentire meglio la sistemazione di cabine, laboratori, strumenti.

Attrezzatura strumentale.

L'attrezzatura strumentale è stata aumentata secondo le necessità più urgenti. In particolare è stato acquistato un nuovo microscopio binoculare stereoscopico a lungo braccio per vasche di allevamento. Si è pure acquistata una bilancia analitica Mettler e un apparecchio fotografico Exakta Varex. In officina sono state completate o costruite alcune attrezzature urgenti. Il mareografo Graafen è stato provato con una immersione in laguna. Le prove saranno ripetute prossimamente.

Biblioteca.

Lo sviluppo della biblioteca procede in modo molto soddisfacente, con nuovi cambi, che ci vengono richiesti continuamente. Il numero dei periodici in cambio o in abbonamento è salito a 200. Sono state anche acquistate varie opere di più urgente necessità per le ricerche in corso. La schedatura e il riordino della biblioteca procedono regolarmente.

Pubblicazioni.

Nell'anno decorso sono usciti i fascicoli 3° del vol. XI e 1° del vol. XII dell'Archivio di Oceanografia e Limnologia, comprendenti lavori di Battaglia, Ghirardelli, Malle, Meng-Chierego, Picotti, Parise, Sabbadin. È di prossima uscita il fascicolo 2° del vol. XII.

Ricerche scientifiche.

a) Crociera 1955. - È in corso di elaborazione la relazione sul plancton a cura del prof. Battaglia e dei dott. Mozzi e Varagnolo. Essa sarà tra breve pronta per la stampa. Sui risultati raggiunti il prof. Battaglia ha presentato una comunicazione all'ultima riunione di Monaco della Commissione per l'esplorazione del Mediterraneo. Dello studio delle carote attendiamo di conoscere i risultati.

b) Collaborazione all'Anno Geofisico Internazionale. - Il dott. Franco sta elaborando i dati sulle pesche planctoniche effettuate alla stazione fissa di Chioggia.

La dott. Giacomelli ha ultimato il conteggio dei campioni di plancton raccolti alla stazione fissa di Palermo e ne prepara la elaborazione.

La dott. Carli sta eseguendo lo studio dei campioni di plancton raccolti alla stazione fissa di Genova.

Le dott. Varagnolo, Burlini e Ermoli hanno portato a buon punto il conteggio dei campioni di plancton raccolti con le navi operanti nell' Alto Tirreno e hanno iniziato il conteggio dei campioni del Basso Tirreno.

A Genova il dott. Della Croce con alcuni collaboratori sta studiando i campioni di plancton raccolti dalle navi operanti nel Medio Tirreno.

Ci auguriamo che questi lavori notevolmente laboriosi giungano in un tempo relativamente prossimo a compimento.

c) Ricerche idrobiologiche sul Garda. - Accanto alle ricerche sul plancton e sulla temperatura e ossigenazione effettuate dai dott. Merlo e Mozzi a Padova e Chioggia, il dott. Tiso partecipa alle ricerche sul Garda con lo studio dei sali nutritivi.

La raccolta dei dati verrà sospesa e si procederà nei prossimi mesi all'elaborazione dell'abbondante materiale raccolto.

d) Ricerche sull'insediamento vegetale e animale su piastre metalliche. - Il Centro ha stipulato un contratto con la Società Italiana Metanodotti (SNAM) per lo studio dell'insediamento di animali e vegetali su piastre metalliche variamente trattate con vernici. La SNAM ha provveduto a immergere nelle acque lagunari alcune serie di piastre. Il dottor Franco sta eseguendo lo studio dell'insediamento con osservazioni periodiche e sistematiche accompagnate da rilevamenti quantitativi e da osservazioni fisiche e chimiche.

e) Altre ricerche. - Il Centro ha contribuito con mezzi strumentali e finanziari allo svolgimento delle ricerche che vengono effettuate alla Stazione Idrobiologica di Chioggia dai dott. Mozzi e Duò sulla biologia delle sardine.

Il dott. Spada partecipa alle ricerche fenologiche e sui sedimenti lagunari organizzate dall' Istituto di Studi Adriatici.

Partecipazione a congressi e conferenze internazionali.

Il direttore il 13 ottobre 1959 ha partecipato a un simposio sugli ormoni nei pesci organizzato dalla Società Zoologica di Londra e ha tenuto una relazione sulla biologia dell'anguilla. In tale occasione ha tenuto anche conferenze sulla biologia dei pesci alle Università di Sheffield e Durham.

Dal 21 al 26 marzo 1960 il direttore ha pure partecipato a Parigi per incarico del CNR alla riunione preparatoria per una conferenza oceanografica internazionale indetta dall' UNESCO e dall'11 al 16 luglio è intervenuto unitamente al comandante Debrazzi alla conferenza stessa tenuta a Copenhagen.

Il direttore ha ancora partecipato in rappresentanza dell' Italia a due riunioni svoltesi a Parigi dal 23 al 25 maggio e nei giorni 1 e 2 dicembre, del sottocomitato per l'oceanografia della NATO.

Dal 26 settembre all'8 ottobre il direttore su invito dell'Accademia delle Scienze della Repubblica Popolare Rumena ha visitato le stazioni di biologia marina di Agigea e di Costanza.

Il dott. Mozzi in rappresentanza del Centro ha partecipato dal 22 al 28 settembre alla 6ª riunione di Roma del Consiglio Generale della Pesca per il Mediterraneo (FAO) e vi ha presentato unitamente alla dott. Duò una relazione sulle sardine sbarcate a Chioggia.

Il prof. Bruno Battaglia ha partecipato dal 12 al 18 dicembre in rappresentanza del Centro alla 17ª riunione di Monaco della Commissione Internazionale per l' Esplorazione del Mediterraneo e vi ha riferito sulle ricerche sul plancton.

Il Centro è stato visitato da vari studiosi italiani e stranieri.

Altre attività.

In varie occasioni il Centro ha svolto funzioni di consulenza per il CNR e per altri enti. Il direttore, con decreto del Presidente della Repubblica è stato nominato Commissario Governativo per l' Istituto di Biologia Marina per l'Adriatico

Conferenza intergovernativa sulle ricerche oceanografiche

(Copenhagen, 11-16 luglio 1960)

Convocata dall' UNESCO si è svolta dall'11 al 16 luglio 1960 a Copenhagen una conferenza intergovernativa sulle ricerche oceanografiche.

Hanno partecipato alla conferenza delegati di 36 paesi aderenti all' UNESCO; l' Italia era rappresentata dal prof. Umberto D'Ancona e dal cap. di vasc. Ernesto Debrazzi; erano presenti come osservatori vari rappresentanti di commissioni internazionali. Il delegato danese vice ammiraglio A. H. Vedel è stato eletto presidente della conferenza.

I lavori si sono svolti nel castello di Christiansborg e sono stati inaugurati con discorsi del ministro danese dell'educazione nazionale e dell'avv. Vittorino Veronese, direttore generale dell' UNESCO.

Nella trattazione dei lavori è stato seguito l'ordine del giorno della conferenza preparatoria di Parigi del 21-26 marzo 1960 tenendo presenti i documenti da quella preparati.

Si riferisce sommariamente sullo svolgimento dei lavori e sulle deliberazioni prese:

Utilità delle ricerche oceanografiche, loro sviluppo sul piano nazionale e internazionale.

Si ravvisa la necessità d'incrementare le ricerche oceanografiche. Accanto alle ricerche isolate o eseguite su piano nazionale è necessaria una collaborazione internazionale, con scambio di persone e discussioni tra studiosi specializzati in varie discipline. Si rende perciò indispensabile la cooperazione tra stati e tra organismi internazionali. Uno dei mezzi per raggiungere tale scopo è la creazione nel quadro dell' UNESCO di una Commissione oceanografica intergovernativa.

Commissione oceanografica intergovernativa.

È stata formulata la raccomandazione che il direttore generale dell' UNESCO sottoponga alla XI sessione della Conferenza generale che si terrà a Parigi in novembre-dicembre 1960 la proposta della creazione di una Commissione Oceanografica Internazionale (IOC). È stato anche formulato un progetto di statuto.

Compito della Commissione sarà quello di promuovere l'esplorazione scientifica degli oceani allo scopo di conoscerne meglio la natura e di sfruttare le loro risorse mediante un'azione concertata tra gli stati e gli organismi internazionali interessati.

La partecipazione alla Commissione sarà aperta a tutti gli stati interessati al programma di ricerche oceanografiche.

Organo principale della Commissione sarà la Conferenza che di regola si riunirà annualmente e sarà formata da rappresentanti degli stati-membri. Ogni stato-membro avrà un voto, ma potrà inviare consiglieri ed esperti secondo le necessità. Stati che non sono membri della Commissione e rappresentanti di organismi internazionali potranno partecipare come osservatori.

La Conferenza dovrà esaminare programmi di ricerche oceanografiche e i modi della loro esecuzione; definirà i problemi che necessitano cooperazione internazionale ed esaminerà anche la natura e i metodi per lo scambio di dati oceanografici.

Il Bureau della Commissione sarà costituito da un presidente e da due vicepresidenti che saranno eletti a ciascuna sessione.

Organo esecutivo della Commissione sarà il Segretariato fornito dagli uffici dell' UNESCO, che costituiranno un apposito ufficio per l'oceanografia nel dipartimento delle scienze naturali. Il Segretariato provvederà a coordinare l'attività della Commissione con quella della FAO, della WMO e degli altri organismi internazionali interessati allo studio degli oceani.

Il programma internazionale di ricerche oceanografiche sarà compiuto con l'aiuto delle risorse degli stati-membri partecipanti in accordo con gli impegni assunti da ciascuno di essi. La parte riguardante la formazione degli oceanografi, l'assistenza a stati meno sviluppati, gli scambi di esperienze ecc. sarà finanziata dalle agenzie delle Nazioni Unite in accordo con le loro rispettive costituzioni e regolamenti.

Lo statuto della progettata Commissione sarà portato all'approvazione della Conferenza generale dell' UNESCO. Gli stati che intendono partecipare alla Commissione sono invitati a preparare eventuali programmi oceanografici internazionali.

Centri d' informazione e scambio di informazioni.

È stato raccomandato a tutti gli stati di pubblicare e distribuire dati oceanografici a tutte le istituzioni interessate e di continuare il sistema di scambio di informazioni adottato durante l'Anno Geofisico Internazionale con la creazione di centri d'informazione in URSS e USA. Questi centri saranno mantenuti e perfezionati. La natura delle informazioni e il mezzo per lo scambio diretto saranno precisati dalla progettata Commissione oceanografica internazionale.

Misure generali per la normalizzazione e coordinazione dei metodi di ricerca.

Si è raccomandato all' UNESCO di costituire dei gruppi di lavoro specializzati nei campi dell'oceanografia fisica, chimica, biologica e geologica con il compito di elaborare proposte pratiche per l'applicazione di misure di normalizzazione e uniformizzazione dei metodi e degli strumenti di ricerca.

Programma di formazione degli oceanografi.

Si è ravvisata la necessità della formazione di specialisti oceanografi sia al livello scientifico che a quello tecnico nei campi dell'oceanografia fisica, della meteorologia marina, della chimica marina, della geologia marina, della biologia marina. A tal fine si è raccomandato che l' UNESCO mantenga e aumenti i fondi stabiliti in bilancio per l'assegnazione di borse di studio, per convegni e seminari. Per il 1961-62 il bilancio proposto dall' UNESCO per le scienze del mare è di $ 515.937.

Si è raccomandato inoltre agli stati-membri che promuovano l'assegnazione di borse di studio e la creazione di carriere per la preparazione di ricercatori e tecnici oceanografi. A tal fine si è ravvisata l'opportunità di dare agli oceanografi una cultura generale nelle scienze del mare e quindi una cultura specializzata. Quest'ultima dovrebbe essere acquisita in centri d'insegnamento e ricerca e su navi di ricerca. La creazione di nuovi centri di ricerca è apparsa conveniente soltanto in quelle parti del mondo ove ora non ne esistono.

Si è inoltre invitato l' UNESCO a organizzare una conferenza di presidi di facoltà di scienze e di professori di diverse parti del mondo allo scopo di studiare le misure adatte a sviluppare nelle Università la ricerca e l'insegnamento delle scienze del mare.

Problema dell' utilizzazione in comune di navi internazionali.

Si è raccomandato al direttore generale e alla Conferenza generale dell' UNESCO di mettere allo studio sotto gli aspetti scientifico, finanziario, giuridico, amministrativo e logistico il progetto di noleggiare o acquistare una nave oceanografica con il compito di eseguire ricerche in collaborazione internazionale e per addestramento degli oceanografi. Tale progetto dovrà venir posto allo studio della progettata Commissione oceanografica internazionale.

Inquinamento degli oceani e dei mari con sostanze radioattive o altrimenti dannose.

Si è ritenuto essenziale che l'Agenzia Internazionale per l' Energia Atomica e altre organizzazioni interessate continuino a studiare tutti i mezzi diretti a impedire l'inquinamento dei mari con sostanze radioattive o altrimenti dannose. Tutti gli stati dovrebbero cooperare in tale senso.

È stato inoltre considerato il programma di ricerche oceanografiche internazionali nell' Oceano Indiano.

Tutte le risoluzioni che hanno portato all'adozione di voti, furono approvate alla unanimità dopo ampia e serena discussione, che si svolse in parte in assemblea plenaria in parte in sedute di gruppi di lavoro particolari.

I lavori furono organizzati perfettamente a cura degli uffici dell' UNESCO e del governo danese, che offrì una ottima e molto cordiale ospitalità alla Conferenza.

Viaggio scientifico sul Danubio

(19-30 settembre 1960)

Dal 19 al 30 settembre 1960 si è svolto sul Danubio un viaggio scientifico organizzato dalla Donau Arbeitsgemeinschaft della Società Internazionale di Limnologia. L'escursione è stata preparata e diretta dal docente ing. dr. Reinhard Liepolt direttore della Bundesanstalt für Wasserbiologie und Abwasserforschung di Vienna (Kaisermühlen). Hanno partecipato al viaggio circa 75 studiosi rappresentanti i vari paesi bagnati dal Danubio (Germania, Austria, Cecoslovacchia, Ungheria, Jugoslavia, Rumenia, Bulgaria, URSS), oltre ad alcuni ospiti e rappresentanti di organizzazioni internazionali. Il viaggio è stato effettuato con il magnifico piroscafo « Amur » costruito in Austria, battente bandiera russa.

La partenza ha avuto luogo a Vienna il 18 settembre. Il piroscafo ha poi fatto soste a Bratislava, a Budapest, a Lom, a Russe, a Braila, a Tulcea, a Ismail, a Sulina. L'escursione si è conclusa a Giurgiu.

Durante le soste sono state compiute visite a istituzioni scientifiche e a impianti idraulici, gli escursionisti sono stati salutati dai rappresentanti dei governi e delle accademie austriaca, cecoslovacca, ungherese, jugoslava, rumena e ucraina. Conferenze e dimostrazioni scientifiche sono state tenute a bordo, ove erano installati laboratori chimici, fisici e biologici per le osservazioni idrografiche e idrobiologiche, oltre ad apparecchi per proiezioni fisse e cinematografiche.

Il viaggio ha raggiunto lo scopo di riunire per 12 giorni gli studiosi del bacino danubiano e di esaminare e discutere tutti gli aspetti del grande fiume onde preparare l'elaborazione della monografia scientifica che rappresenta lo scopo principale dell'attività della Donau Arbeitsgemeinschaft.

Nel 1961 si terrà a Budapest la sesta riunione dell'Arbeitsgemeinschaft.

Necrologi

PIERRE A. CHAPPUIS

Il 9 luglio 1960 è morto a Zurigo P. A. Chappuis, nato a Saint Cloud (Francia) il 5 settembre 1891, laureato a Basilea. Dal 1921 al 1948 aveva collaborato con Racovitza e Jeannel all'Istituto di speleologia di Cluj (Romania), quindi era divenuto direttore assistente del laboratorio sotterraneo di Moulis (Ariège, Francia). Aveva partecipato a vari viaggi di esplorazione scientifica. Era particolarmente noto quale specialista di alcuni gruppi di crostacei. Importanti i suoi studi nella fauna delle acque sotterranee e delle acque interstiziali.

ALFREDO DE MAGALHAES RAMALO

Nato il 26 aprile 1894 si è spento a Lisbona il 6 novembre 1959. Dal 1934 fino al 1957 ha svolto attività di biologo nella Commissione centrale di pesca e di direttore dell'Istituto di biologia marina di Lisbona. Si era particolarmente interessato ai problemi della biologia della pesca con studi di notevole rilievo sulle sardine. Aveva svolto parte attiva nel Consiglio internazionale per lo studio del mare.

Recensioni

R. J. Beverton e S. J. Holt, *On the Dynamics of Exploited Fish Populations.* Ministry of Agricolture, Fisheries and Food - Fishery Investigations, Series II, vol. XIX, London, 1957, un vol. di pag. 533, in 8°, cm 19,5×27,5.

Un libro importante per una varietà di ragioni. Innanzi tutto, per l'argomento stesso trattato. È noto che stiamo assistendo ad una espansione della popolazione umana senza precedenti in termini assoluti ed anche, per quel che se ne sa, relativi. Le prospettive di sviluppo calcolate negli anni più recenti — ad esempio a cura dell' Ufficio della Popolazione dell'O.N.U. — prevedono considerevoli aumenti già nei limiti di un futuro prossimo, senza parlare delle situazioni eccezionali che verrebbero a crearsi in seguito se l'attuale saggio annuo d'incremento venisse a lungo mantenuto. Ed è anche noto che una parte dell'umanità, per squilibri nella ripartizione di risorse naturali, capitali e capacità tecniche fra le varie regioni della terra, e per inadeguatezza di ordinamenti sociali, è oggi sottoalimentata. In queste circostanze tutto quanto concerne l'individuazione, la coltivazione e lo sfruttamento razionale di risorse alimentari assume un posto di primo piano. In particolare poi quando si tratti di risorse marine, cioè di una riserva tanto vasta quanto male conosciuta ed utilizzata.

L'oggetto dello studio è sviscerato a fondo, nella gran varietà dei suoi aspetti, più o meno complessi, più o meno generali, di maggiore o minore facilità di analisi, comprensione ed interpretazione. Nella parola stessa degli autori — anzi nell'indicazione precisa fornita dal titolo — il campo di studio è limitato, pur rappresentando un superamento delle posizioni precedenti, le quali vedevano una popolazione di pesci soggetta a sfruttamento semplicemente come un « sistema » aperto con componenti addittive (cioè indipendenti). In questo lavoro la singola popolazione marina presa in esame è vista come una unità — tramite l'interazione dei fenomeni di natalità, sviluppo, mortalità e movimenti spaziali, che la comune dipendenza dalla struttura per età e dalla densità fra loro collega — la quale entra a sua volta a far parte, come una componente particolare, di un « sistema » di ordine più elevato abbracciante tutti gli altri gruppi biologici interdipendenti, uomo incluso. Il passo successivo, sulla stessa linea, consisterà, anziché nel considerare le sole reazioni all'attività umana osservabili in popolazioni determinate, nel tracciare una teoria delle interazioni fra queste e della risposta complessiva di un'intera comunità marina all'intervento umano.

Nei limiti detti, la trattazione appare anche al laico quanto più distesa ed esauriente uno possa desiderare. Senza lungaggini e fronzoli, essa non si arrende di fronte ad asperità di metodi od a carenze di dati, in più occasioni cercando attraverso un confronto di risultati ottenuti, su di uno stesso punto, per varie strade di trovare una verifica dei metodi proposti, e senza rinunciare mai ad approfondire e sviscerare aspetti particolari che possano integrare ed illuminare il tema principale. Alcune di queste temporanee digressioni potrebbero formare una monografia a sè: come è il caso, ad esempio, della discussione metodologica sugli esperimenti con marcatura e dell'analisi preliminare dei risultati ottenuti in Inghilterra con strumenti del genere dopo l'ultimo conflitto.

« Non presentiamo scuse per il fatto che molto di quanto segue è di natura mate-

matica », avvertono gli autori sin dalla prima pagina. In effetti, per varie altre competenze essi non sentono il bisogno di scusarsi; nel campo statistico (soprattutto nella parte III: veda, per fare un caso, il par. 14.2.2.) come in quello della teoria delle informazioni, dalla teoria cinetica dei gas al controllo della qualità, e via dicendo, naturalmente senza parlare della preparazione nella disciplina specifica. Né si vede perché dovrebbero farlo, o perché, nel tentativo di offrire una soluzione a problemi tanto complessi, dovrebbero rinunciare a servirsi di tutti i mezzi necessari, od anche solo opportuni, per il raggiungimento dello scopo prefisso. La limpidezza e la precisione delle conclusioni proposte in questo libro non potrebbero certo essere ottenute senza la potenza dello strumento matematico e statistico, che gli autori dominano così bene; e statistica e matematica collaborano nel dare loro un fine senso della cifra, della relatività e, nello stesso tempo, della insostituibilità ed efficacia conoscitiva del dato di fatto, da un lato, e dall'altro la chiarezza nell'individuazione delle linee essenziali di situazioni complicate, la rigorosità nell'impostazione dei problemi e delle relazioni formali tra fenomeni, e nelle deduzioni che da queste si possono ricavare. La versatile cultura, infine, unita a fantasia creatrice, offre nuove chiavi di penetrazione, descrizione ed interpretazione.

Ma oltre all'oggetto, alla completezza ed all'agguerrita metodologia, che ne fanno uno studio esemplare, ciò che dà rilievo alla trattazione, a prescindere da altri meriti sui quali per brevità si sorvola, sono ovviamente tutti i metodi proposti per trovare una soluzione agli innumerevoli quesiti in cui si traduce il problema affrontato e le conclusioni che, in sede applicativa, vengono tratte con riferimento alla pesca di alcune specie di elevato interesse commerciale nel Mare del Nord. Dire di tutto questo adeguatamente, in una concisa presentazione, non è assolutamente possibile; basti pensare che il riassunto contenuto nel volume stesso occupa ben dodici facciate. Ci limiteremo pertanto a riferire sulle linee essenziali, con qualche breve commento.

Il volume è diviso in quattro parti, due di modelli teorici e due applicative; le tabelle coi dati di base e le elaborazioni per queste ultime sono raccolte in un'appendice, mentre il testo è abbondantemente illustrato con grafici. Fra le appendici figura anche un ampio glossario di simboli, alcuni dei quali figurano recentemente accolti in una proposta di unificazione internazionale patrocinata dalla F.A.O. Completano il volume indici e bibliografia: assai ampia, questa, anche se ristretta naturalmente ai soli autori citati nel testo.

La differenza principale fra gli sforzi precedenti nella stessa direzione (Baranov, Yoshihara, Silliman, Thompson e Bell, Ricker, Doi) ed i modelli della parte prima, che pure adottano l'ipotesi di un reclutamento [recruitment] nell'area soggetta a sfruttamento, di uno sviluppo corporeo [growth] e di una mortalità naturale costanti e perciò consentono la comparazione, consiste nel modo di rappresentare lo sviluppo del pesce coll'età (cfr. par. 17.8). Una differenza, cioè, la quale si colloca al centro della relazione fondamentale che stabilisce il rendimento in termini di peso della pescata [yeld in weight], a parità di sforzo [catch effort].

La via scelta dai nostri autori al riguardo è quella teorizzata da Von Bertalannfy in una serie di lavori, a partire dal 1934, via la quale distingue i processi condizionanti la massa di un organismo in due gruppi: quelli responsabili del catabolismo e quelli dell'anabolismo. La funzione esprimente, in questa teoria, il saggio di variazione del peso del pesce coll'età contiene quindi due parametri, che vi figurano come coefficienti, rispettivamente, di catabolismo e di anabolismo.

Il criterio adottato per effettuare la scelta accennata è tipico dell'indirizzo seguito dagli autori nel dare forma analitica a relazioni e fenomeni biologici. Essi non si accontentano mai di ricercare semplicemente una funzione matematica la quale fornisca una buona rappresentazione sintetica di dati empirici; essi mirano sempre all'individuazione di una legge in cui entrino parametri aventi un chiaro significato ed una causalità biologica. Nella formulazione teorica i parametri figurano ovviamente come incognite, men-

tre nelle applicazioni i dati osservati — quando disponibili — consentono di stimarne il valore. La base fisiologica dei coefficienti introdotti nel modello permette di precisare ipotesi circa il senso e l'intensità delle modifiche che il loro valore numerico subirà al variare, ad esempio, della quantità di cibo e di altri fattori ambientali. E di tal genere di legami è indispensabile tener conto quando si vogliano, ad esempio, costruire modelli in cui l'accrescimento corporeo venga fatto dipendere dalla densità della popolazione. Parametri che compaiano in pure rappresentazioni empiriche non offrirebbero una simile possibilità.

Altre importanti esemplificazioni, fra le tante, dell'indirizzo menzionato possono essere il ricorso alla relazione teorica di Kostitzin (pag. 113) fra l'energia netta assimilata da un organismo ed un quantitativo dato di energia alimentare lorda [gross food energy], e l'accettazione del concetto di « fame », secondo Ivlev, e dell'espressione che lo stesso autore suggerisce per la « razione unitaria » di cibo (quantità consumata nell'unità di tempo) in termini della disponibilità di alimenti effettiva e della « razione massima », corrispondente al caso di una disponibilità illimitata.

Come si è detto, i parametri fondamentali, nei modelli della parte prima, vengono supposti costanti; non solo cioè si esclude il caso di loro variazioni sistematiche collegate con l'evolversi di fattori umani o ambientali, ma anche si omette di considerare l'eventuale influenza di loro modifiche di natura puramente casuale. In altre parole: si tratta di modelli deterministici e non di modelli stocastici. Lo stesso avviene nella seconda parte, pur notandosi almeno in un punto — soprattutto a proposito di variazioni del reclutamento, quando si voglia discriminare efficacemente fra stati stazionari e tendenze evolutive di lungo andare — l'opportunità di un trattamento stocastico. Ma allo stato attuale delle conoscenze, ritengono gli autori, in particolare quando si considerino le limitazioni ed il valore approssimato dei dati di osservazione, il ricorso a modelli probabilistici procurerebbe più fastidi che altro: e chi conosce gli scarsi e poco interessanti risultati pratici delle formulazioni stocastiche al fine di definire le leggi di variazione dei gruppi umani si trova facilmente d'accordo con loro.

Una soluzione assiomatica di Russel fra la variazione in peso complessiva di un aggregato di pesci nell'unità di tempo ed i fattori che la determinano — reclutamento di individui nel ciclo vitale soggetto a sfruttamento, accrescimento individuale, mortalità « naturale » e « da pesca » — serve da un punto di partenza per l'esposizione della prima parte. Fissate le leggi di reclutamento, accrescimento e mortalità dei due tipi, l'equazione fondamentale (la 4.4) fornisce il rendimento in peso da una singola generazione sottoposta a sfruttamento per la intera fase utile od anche quello equivalente di un anno di attività esercitata su una popolazione stazionaria. L'equazione citata dà il rendimento in funzione, fra altro, dei coefficienti (istantanei) di mortalità naturale e di mortalità da pesca, del numero costante di individui annualmente « reclutato » e del valore asintotico superiore della curva di accrescimento ponderale. Da essa si ricavano facilmente altri dati caratteristici di interesse economico o biologico, come numero di pesci annualmente catturati, cattura annuale per sforzo unitario [catch per unit effort], numero medio di pesci appartenenti in un anno all'aggregato, biomassa della popolazione [population biomass], lunghezza e peso medi del pesce catturato, ecc.

Nella parte seconda la teoria viene estesa considerando, sul rendimento in peso od in numero della pescata e sulle altre caratteristiche biologiche od economiche della popolazione o della cattura, i possibili effetti di variazioni dei parametri che contraddistinguono i quattro fattori predetti in funzione dell'età del pesce, del tempo (da anno ad anno o stagionali) e soprattutto della densità della popolazione. S'aggiungano le differenziazioni spaziali, per tener conto delle quali occorre prendere in considerazione anche gli spostamenti dei pesci, ed il quadro si completa.

La linea seguita in questa seconda parte, la quale ricalca in gran parte la succes-

sione degli argomenti della prima, consiste nell'analizzare le conseguenze delle modifiche in un fattore per volta. Variazioni simultanee in più di un fattore non implicano particolari difficoltà nel trattamento teorico.

Quasi tutta la parte seconda è dedicata al caso di una singola popolazione omogenea, ma alla fine lo studio viene esteso a quello di una pesca esercitata su popolazioni miste, in particolare su due popolazioni interagenti fra loro — come quando si ha preda e predatore — e soggette a cattura a mezzo dello stesso strumento. Con questa estensione gli autori arrivano ad impostare un sistema di equazioni che costituisce un modello autorigeneratore abbracciante i due effetti fondamentali delle interazioni presenti fra i vari fattori in causa: 1) l'effetto dell'attività del predatore sull'abbondanza della preda e 2) l'effetto della quantità di preda consumata sul saggio di riproduttività del predatore. Comparato al modello classico di Lotka e Volterra (1), questo se ne differenzia in quanto non assume, come la teoria classica, una mortalità da sfruttamento [grazing mortality] proporzionale al prodotto del numero di predatori e predati, né un saggio si riproduttività della popolazione predatrice direttamente proporzionale all'ammontare numerico della preda: assunti, i quali hanno sollevato serie obbiezioni (v. pag. 117 e pag. 170). D'altro canto, pur offrendo le loro conclusioni come un possibile punto di partenza per una teoria generale delle interazioni e degli equilibri biologici, Beverton ed Holt si dichiarano piuttosto scettici, allo stato attuale delle conoscenze, circa formulazioni generali della dinamica delle popolazioni, e comunque ritengono che sia preferibile incominciare con modelli particolari adatti a casi particolari al fine di fondare, quando verranno, attendibili generalizzazioni su una vasta casistica di soddisfacenti soluzioni specifiche.

L'applicazione, come si è accennato, è fatta ad alcune specie commercialmente importanti del Mare del Nord: *Pleuronectes platessa* L. [plaice] e *Gadus aeglefinus* L. [haddock] soprattutto, e per certi argomenti *Gadus callarias* L. [cod] e *Solea vulgaris* Quensel [sole]. I dati del periodo 1929-1938, quando la popolazione si trovava in una situazione abbastanza stabile, formano la base per la stima della maggior parte dei parametri di *Pleuronectes platessa*. Di più, sempre per questa specie, si fa uso di dati relativi agli effetti della guerra sul contingente di pesci e di altre informazioni ottenute, anche con esperimenti di marcatura, nel dopoguerra. Le osservazioni disponibili relative a *Gadus aeglefinus* si estendono su un periodo di tempo più lungo, a partire dal 1923, e quelle sfruttate si riferiscono agli anni fra le due guerre, che hanno vista stabilizzata questa pesca.

Ottenute le necessarie stime dei parametri, nell'ultima parte si passa a considerare le proprietà dei modelli teorici e si traggono le conseguenze che servan di guida nei problemi di regolazione della pesca. Dal momento che tutti i sistemi di regolazione che sono stati proposti finora possono venir ricondotti, in sostanza, a variazioni nell'intensità della pesca [fishing intensity] o nella dimensione delle maglie della rete [mesh size], gli autori pongono la loro attenzione soprattutto sul completamento delle principali caratteristiche dell'aggregato — prima fra tutte il peso del prodotto annualmente catturato — al variare dell'uno o dell'altro o di ambedue tali fattori. Lo studio abbraccia tanto i modelli della parte prima quanto quelli della seconda e si completa con una verifica storica della bontà degli schemi teorici tracciati per le specie in questione.

È chiaro che le conclusioni sul piano biologico non sono da sole sufficienti a precisare le modalità ed i limiti dell'intervento regolatore: entrano in gioco, infatti, nel condizionare ogni tipo di intervento, anche altri fattori, economici, sociali e, in una attività peschereccia svolta da marine di diverse nazionalità, anche politici, per non parlare d'altro.

---

(1) Cfr. ad esempio, U. D'Ancona, The struggle for existence. Series D - Bibliotheca Biotheoretica, vol. VI, E. J. Brill, Leida, 1954.

Ogni metodo di regolazione deve tener conto di questi, per essere applicabile e riuscire efficace ed utile, non meno che degli elementi strettamente biologici.

Nel volume si accenna appena alle condizioni politiche e sociali, uscendo l'argomento dallo scopo specifico del lavoro, ma si cerca di tener conto della componente economica, pur riconoscendo gli autori di non poter offrire al riguardo una speciale competenza. Sorvoliamo su alcuni e minori motivi di insoddisfazione che sorgono da questa parte della trattazione — l'approssimativo esame dell'elasticità della domanda dei prodotti della pesca (p. 379), ad esempio: il mancato o il non sempre felice uso di concetti, come quello di impresa marginale, e quello di valore attuale delle modifiche nel ricavo netto complessivo futuro dipendenti dai provvedimenti regolatori, che avrebbero reso più perspicuo o persuasivo il discorso —, sorvoliamo anche sulle particolari nozioni di pesca *eumetrica* [eumetric fishing] e di pesca *optimum* introdotte dagli autori come base ed obbiettivo di ogni intervento, e veniamo alle indicazioni che vengono date a guida di una regolazione della pesca nel Mare del Nord. In sintesi esse sono le seguenti: riducendo l'intensità della attività peschereccia ad un livello fra un terzo e la metà di quello medio degli anni 1930-1938, con maglie della rete da 80-90 mm — misure queste determinate essenzialmente in funzione di plaice, haddock e cod — si potrebbe ottenere un aumento del valore totale della cattura di un 20-50% e forse più, ed un aumento assai considerevole del valore del pesce pescato per unità di sforzo impiegato.

Qualunque sia il grado preciso di attendibilità di queste conclusioni, esse però sono largamente sufficienti per indicare almeno il senso della strada sulla quale ci si deve incamminare per migliorare la situazione attuale di eccessivo ed anti-economico sfruttamento. L'intervento in un campo tanto complesso non potrà certamente subito mirare ai risultati massimi e dovrà necessariamente essere graduale: l'importante è incominciare, e prendere la direzione giusta. Anche con variazioni assai più contenute di quelle sopra menzionate si possono ottenere, nella pesca del Mare del Nord, dicono gli autori, guadagni di miliardi (p. 435). È augurabile che almeno una piccola parte di essi venga investita in studi ed in libri come questo, ove — oltre a tutto, e non ultimo frutto — si trova una miniera di idee per ulteriore lavoro di ricerca concreta e di sistemazione metodologica.

E per l' Italia? Quali possono essere le conclusioni per il nostro Paese, per una delle nostre attività più antiche e più ampiamente esercitate lungo tutta la penisola? Stante l'assoluta inadeguatezza delle informazioni statistiche, l'empirismo degli interventi, l'indisciplina dei pescatori, e via dicendo, esse non possono essere che malinconiche. Possiamo lasciarle al lettore, esprimendo l'augurio che anche da noi l'attività di studio e di ricerca in un campo così importante possa trovare, da lavori come quello esaminato, nuovi stimoli e sempre più fecondi sviluppi.

Bernardo Colombo

Doumenge, F., *L'essor de la pêche maritime dans les mers tropicales.* Les cahiers d'Outre-Mer, 13, 1960, p. 133-199, 12 figg. nel testo.

A partire dal 1945 e soprattutto dal 1950, i mari intertropicali sono stati il teatro di un'espansione improvvisa e spettacolare dell'attività della pesca marittima industriale, tanto che, mentre nel 1938 l'insieme dei mari caldi non dava più di 3 milioni di tonnellate di pescato, cioè il 18% della produzione mondiale, oggi ne dà più di 8 milioni, cioè circa il 30% del totale mondiale.

Doumenge comincia con analizzare la produttività delle acque oceaniche e le associazioni biologiche, distinte in pelagica, bentica e lagunare. Nella prima si pescano essenzialmente pesci piccoli (sardine, secondariamente sgombri) e pesci grandi (tonni, solo in misura molto secondaria squali, sfirene, pesce spada, etc.). Nella associazione bentica ven-

gono pescati vari pesci (triglidi, sogliole e passere, razze e squali), oltre a molluschi (cefalopodi) e, soprattutto, crostacei. Pochi forse sanno che i mari tropicali sono ricchi di prodotti della pesca come quelli temperati o freddi.

Le specie più ricercate e di maggior interesse economico sono quelle che si possono conservare e quindi possono venir consumate nei paesi più popolati, cioè nei paesi temperati: tonni e sardine. Ne deriva che la pesca marittima nelle regioni intertropicali si interessa soprattutto allo sfruttamento delle specie pelagiche capaci di alimentare le industrie di conservazione e trasformazione, sia per uso umano, che per l'alimentazione del bestiame o per usi industriali (olii, etc.). I fondi marini e le lagune tropicali rimangono perciò spesso inutilizzati.

L'A. passa a analizzare i nuovi mercati che si sono venuti creando negli ultimi anni: la richiesta USA di tonno in scatola determina un incremento della pesca tropicale; lo stesso per gamberetti (« crevette ») e aragoste, nonché per le farine e gli olii di pesce. Fenomeno analogo si ha in Europa occidentale, con la differenza che qui, come ad es. in Italia, ci si rivolge ai prodotti della pesca in mari tropicali esercitata da popoli extraeuropei (giapponesi, soprattutto). Negli ultimi anni poi si sono aperti alla produzione della pesca industriale vari mercati di paesi tropicali.

L'A. passa quindi a esaminare il recente progresso delle tecniche, che consiste essenzialmente nell'impiego del congelamento, di battelli adatti, di nuovi porti, di fabbriche di conserve annesse ai porti stessi, etc.

Segue un'analisi delle forze di espansione della pesca nei mari tropicali, in cui l'A. indaga quali sono i paesi che pescano e in quali mari essi esercitano la loro azione. Interessanti sono in questo senso le nuove potenze australi, Africa del sud, Australia e Nuova Zelanda, Argentina e Cile.

Dopo aver analizzato in dettaglio tutti questi aspetti, l'A. richiama l'attenzione del lettore su due punti principali: l'eccessivo sfruttamento dei fondi marini (della platea continentale) e l'origine dei capitali e della mano d'opera. Ad es. le coste di vari paesi centro- e sud-americani hanno raggiunto e superato il limite di sicurezza per i gamberi (« crevette ») e quelle dell'Africa occidentale per l'aragosta. Mentre finora ciò non accade per il tonno ed altri pesci di grandi dimensioni e buoni nuotatori, sembra che siamo vicini al supersfruttamento delle sardine e in genere del pesce bleu di piccole dimensioni.

I capitali impiegati nella pesca nei mari tropicali sono in gran parte statunitensi e giapponesi. Precisamente, gli americani cercano di controllare i mercati di produzione destinati al fabbisogno USA, che naturalmente è notevolissimo (1), i giapponesi invece cercano di estendere la loro sfera di influenza su scala mondiale, al fine di attuare un complemento di risorse alla loro economia nazionale. Segue a distanza la Francia, cui, negli ultimissimi anni, si sono aggiunte Germania e Italia. La mano d'opera è invece essenzialmente giapponese o iberica (spagnola e portoghese).

La concorrenza tra le imprese industriali e i fabbisogni del mercato mondiale o dei singoli mercati nazionali sono oggi determinanti per la quantità di pescato proveniente dai mari tropicali; soprattutto sono importanti i mercati nord-americano e europeo-occidentale. Finché non si creeranno delle « vere e proprie civilizzazioni dinamiche del mare sulle rive delle regioni calde », dice Doumenge, le attività pescherecce nei mari tropicali saranno sempre soggette alla dipendenza tecnica, finanziaria ed economica delle regioni temperate dove si hanno i grandi centri di consumo.

Dovremmo dedurre da tutto ciò che la pesca in acque tropicali non è determinata solo dalla *reale* disponibilità degli stocks ittici o dalla capacità di assorbimento da parte

(1) Non si dimentichi che gli Stati Uniti hanno 175 milioni di abitanti il cui consumo di proteine animali è tra i più alti esistenti al mondo.

di tutta l'umanità dei vari prodotti del mare, ma bensì anche da esigenze finanziarie e economiche dei paesi che oggi esercitano la pesca nei mari tropicali.

La lettura del lavoro di Doumenge è utilissima, sia in quanto ci fornisce un'idea della produttività e della reale produzione biologica dei mari intertropicali, sia perché mette in giusto risalto l'influenza di fattori economici in un problema che dovrebbe esser essenzialmente biologico e tecnico.

GIORGIO MARCUZZI

WASSER UND ABWASSER, Schriftleitung R. LIEPOLT, Band 1959, *Tagesfragen der Abwasserwirtschaft.* Wien, Verlag Winkler & Co., p. 264, fig. 29, tab. 13.

Questo volume raccoglie le lezioni tenute nel 1959 a cura della Bundesanstalt für Wasserbiologie und Abwasserforschung di Vienna Kaisermühlen, a scopo di aggiornamento sui problemi tecnico sanitari inerenti all'idrologia austriaca.

Dopo una breve prefazione di REINHARD LIEPOLT, direttore della Bundesanstalt, il discorso d'apertura dei corsi tenuto da ERNST GÜNTSCHL, capo della Wasserbausektion del Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, e una trattazione a carattere generale di OTTO LANŜER, consigliere dello stesso Ministero, il LIEPOLT tratta delle indagini sulle acque di rifiuto in rapporto agli inquinamenti a cui possono dar luogo, OTTO JILG dei pericoli d'inquinamento delle acque profonde e sorgive, EDMUND WEBER della concimazione e della lotta contro i parassiti come cause d'inquinamento delle acque. Questa esposizione interessa anche l'idrobiologia per l'influenza diretta ed indiretta delle sostanze inquinanti sulla vita vegetale e animale nelle acque e viene così riassunta. I concimi chimici non sono in generale dannosi, alla normale concentrazione, per gli animali viventi nelle acque, eccetto i composti di ammonio per i pesci, ma producono un eccessivo sviluppo della vegetazione con accumulo nei corsi d'acqua più lenti e diminuzione d'ossigenazione negli stagni e nei laghi. Gli insetticidi contenenti arsenico sono pericolosi, i moderni insetticidi come DDT, HCH e E 605 sono dannosi a larve d'insetti e crostacei venendo in tal modo a diminuire l'alimento a disposizione dei pesci; inoltre viene ostacolata l'autodepurazione delle acque e si possono verificare anche casi di morte nei pesci.

ALFRED SCHINZEL esamina gli inquinamenti delle acque superficiali, di lago e profonde dal punto di vista igienico e giuridico per l'uso pubblico delle stesse. JOSEF WEBER si occupa dei problemi inerenti alle acque di rifiuto nei territori carsici. KARL KNIE in due lavori tratta degli apparati e metodi di misura delle caratteristiche fisiche e chimiche delle acque: temperatura, conducibilità elettrica, pH, torbidità, ossigenazione, radioattività, sali disciolti, sostanze organiche.

Segue un gruppo di lezioni di ENGELBERT BRODA, K. LIEBSCHER e T. SCHÖNFELD, KOLOMAN MEGAY, JOSEF PIPAL, REINHARD LIEPOLT sulle ricerche di radioattività in rapporto all'igiene delle acque, metodi di misura, provvedimenti legislativi. Per quanto riguarda l'idrobiologia particolarmente interessante la lezione del LIEPOLT sull'accumulazione degli isotopi radioattivi negli organismi: plancton, alghe, larve d'insetti, pesci.

HANS SURITSCH s'interessa alle questioni inerenti all'approvigionamento idrico in rapporto all'insediamento umano e PAUL GRABMAYR tratta delle modifiche apportate nel 1959 alla legislazione del 1934 sulle acque. Il volume si chiude con le lezioni di HERBERT DONNER, RUDOLF PÖNNINGER, ADOLF CERNY, WERNER LENGYEL sulla depurazione delle acque di rifiuto.

N. SPADA

Officine Grafiche Carlo Ferrari – Venezia

Direttore responsabile: Prof. Umberto D'Ancona

AVVERTENZE

L'« ARCHIVIO DI OCEANOGRAFIA E LIMNOLOGIA », che fa seguito alle « MEMORIE » del R. Comitato Talassografico Italiano, si pubblica in volumi di tre fascicoli ciascuno e contiene lavori originali riguardanti i problemi scientifici del mare e delle acque interne, brevi comunicazioni, notiziario e recensioni.

Tutti i manoscritti dei lavori originali e delle comunicazioni, le opere e gli estratti per recensione (possibilmente in duplice esemplare), tutta la corrispondenza per la redazione ed amministrazione, devono essere inviati a:

Direzione dell' **Archivio di Oceanografia e Limnologia**
Centro Nazionale di Studi Talassografici del CNR
Riva dei Sette Martiri - **VENEZIA**

NORME PER I MANOSCRITTI - I manoscritti possono essere presentati oltrechè in italiano, anche in inglese, francese, tedesco, spagnolo, devono essere inviati dattilografati nel testo definitivo ed essere corredati da tutte le indicazioni correntemente in uso per la stampa ed accompagnati da un sunto in italiano e in inglese, contenente le conclusioni del lavoro. Le figure e i disegni da inserire nel testo o da mettere in tavole fuori testo, dovranno essere inviate in forma definitiva e portare le indicazioni per la didascalia e per la riproduzione.

ESTRATTI - Gli Autori riceveranno gratuitamente trenta estratti con copertina; essi sono pregati di segnare sul manoscritto il numero di estratti in più che eventualmente desiderassero avere a proprie spese.

CONDIZIONI DI VENDITA E CAMBI - Prezzo per volume: L. 4500. - Prezzo di un fascicolo separato, esclusi i fascicoli supplementari: L. 1500. Il prezzo dei fascicoli supplementari viene fissato in rapporto al costo.

Le richieste di cambio devono essere indirizzate alla Direzione dell'Archivio di Oceanografia e Limnologia.

Per l'acquisto di pubblicazioni del Comitato Talassografico Italiano, chiedere il catalogo.